

Б
И
Н
О
М

Д. Хельвинкель

СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
БИНОМ



D. Hellwinkel

Systematic Nomenclature of Organic Chemistry

A Directory to Comprehension
and Application of its Basic Principles

With 35 Tables



Springer

Д. Хельвинкель

СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Перевод с английского

канд. хим. наук В. М. Демьянович
и канд. хим. наук И. Н. Шишкиной



Москва
БИНОМ. Лаборатория знаний

УДК 547
ББК 24.2я73
Х36

Хельвинкель Д.

Х36 Систематическая номенклатура органических соединений / Д. Хельвинкель ; пер. с англ. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 232 с. : ил.

ISBN 978-5-94774-936-6

В учебном издании, написанном автором из Германии, в краткой форме изложены правила номенклатуры органических соединений согласно рекомендациям ИЮПАК. Подробно рассмотрены важнейшие классы соединений (с примерами), а также составление названий тех соединений, для которых это может вызвать затруднения.

Для студентов вузов.

УДК 547
ББК 24.2я73

Учебное издание

Хельвинкель Дитер

СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Ведущий редактор канд. хим. наук Т. И. Почкаева. Редактор Е. И. Тулина
Художник Н. А. Новак

Технический редактор Е. В. Демюкова

Компьютерная верстка: К. А. Мордвищев

Подписано в печать 29.04.14. Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 14,5.

Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272, e-mail: binom@Lbz.ru, <http://www.Lbz.ru>

Translation from the English language edition:
Systematic Nomenclature of Organic Chemistry
by D. Hellwinkel

Copyright © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001
Springer is a part of Springer+ Business Media
All Rights Reserved

© Перевод на русский язык, БИНОМ.
Лаборатория знаний, 2012

ISBN 978-5-94774-936-6

Предисловие

Бурное развитие химической науки в последние десятилетия привело к неограниченному расширению числа новых и необычных соединений и классов соединений, рациональное обозначение которых постоянно вызывало все большие и большие затруднения. Первоначально название нового вещества оставляли исключительно на усмотрение исследователя, который часто называл соединение по своему вкусу или просто умозрительно. Более или менее произвольно сформированные «тривиальные» названия не давали представления о структуре соединения, и никакие разумные химические корреляции не могли быть установлены с этими именами. Вследствие углубляющегося понимания структурных взаимосвязей в органической химии в конце концов неизбежной задачей стала разработка целостной систематической и универсально применимой номенклатурной системы, которая позволяла бы кодирование существенной информации о строении соединения с помощью только ему приданного названия.

Одна из главных трудностей в реализации такой задачи состояла в том, чтобы найти истину в трудноразрешимом конфликте между соблюдением необходимой жесткости номенклатурной системы и обеспечением определенной гибкости при ее применении в учебных изданиях, практических руководствах и научной литературе. Фактически ситуация улучшилась сравнительно недавно, когда основные правила для получения рациональных систематических названий соединений были определены так точно и однозначно, что они стали универсальными.

Ввиду постоянного роста числа новых химических соединений стало неизбежным придерживаться все более строгой рациональной системы номенклатуры, в основе которой положены легко постижимые, как правило, очевидные принципы, вместо увековечивания разнообразия традиционных названий, часто перегруженных мало оправданными исключениями. Именно этими принципами следует руководствоваться при применении основных правил систематической номенклатуры; прежде всего надо обращать внимание на то, что полное систематическое название должно лучше всего соответствовать требованиям стандартизации, даже в тех случаях, когда официальные рекомендации комиссии по номенклатуре IUPAC не позволяют определить полное систе-

матическое название соединения. Однако на практике невозможно сразу отказаться от многих традиционных (тривиальных) названий (на это потребуется некоторое время); поэтому эти названия могут также использоваться при необходимости. Для облегчения понимания этого тонкого вопроса приведено достаточно много пояснительных примеров.

Наконец, нужно отметить, что в настоящее время большинство не слишком сложных задач по наименованию соединений может быть решено просто вслепую путем обращения к соответствующим компьютерным программам. Несмотря на это, некоторое элементарное понимание назначения и применимости химического языка указывает на определенный интеллектуальный и профессиональный уровень химика. Я в этом твердо убежден.

Главная цель этого издания дать химикам любого уровня знаний и любой узкой специализации универсальный язык общения и понимания, и этот язык есть систематическая химическая номенклатура. Итак, здесь мы имеем дело с тщательно разработанным, строго рациональным искусственным языком, в организации которого отражены аналитическая и синтетическая составляющие химической науки, а также присутствует необходимая аргументация.

Наряду со всем вышесказанным даже просто с лингвистической точки зрения эта попытка несет с собой некое очарование порядка.

Декабрь 2000

Д. Хельвинкель

Введение

Полное равнодушие или даже неприятие многими химиками проблем терминологии и обозначений в этой науке в некоторой степени объясняется большим количеством разнообразных и неоднозначных номенклатурных систем. Более того, в разных химических журналах, учебниках и справочниках при создании названия соединения часто совершенно по-разному используются одни и те же принципы. Тем не менее была достигнута договоренность об использовании, когда это возможно, единой международной универсальной номенклатурной системы, которая, однако, допускает определенные «вольности». Каждому химику – будь то студент или специалист – необходимо получить по крайней мере элементарные навыки использования этой номенклатуры. Необходимость в этом возросла в связи с тем, что индексирование химических соединений глобальной системой Chemical Abstracts Service (Chem. Abstr.) и справочником по органической химии Beilstein в основном базируется на правилах номенклатуры IUPAC, несмотря на то что при этом встречаются определенные отклонения и не всегда обоснованные аналогии, что будет учтено нами в дальнейшем изложении.

Неудобство, создаваемое правилами систематической номенклатуры, может быть отчасти устранено, если принять к сведению несколько замечаний. Присвоение названия химическому соединению или воспроизведение структуры по имеющемуся систематическому названию происходит с помощью тех же подходов, какие практикуются при планировании химического синтеза и установлении структуры, т. е. путем расчленения формулы соединения на простые фрагменты. Химическую структуру, которой требуется дать название, надо разбить на части и присвоить каждой систематическое название. Из названий этих фрагментов «собирают» по определенным правилам полное название соединения. В свою очередь, по названию соединения можно записать его структурную формулу, последовательно достраивая формулы структурных фрагментов; эти фрагменты затем объединяют в полную структурную формулу соединения.

Главный принцип систематической номенклатуры, различные применения которой здесь представлены, основан на концепции «родоначальной структуры» – ациклического или (поли)-

циклического углеводорода или гетеросистемы, где атомы водорода могут быть замещены на другие атомы, группы атомов или даже вспомогательные системы родоначальных структур. Эти заместители, в свою очередь, могут иметь собственные заместители. В то же время, особенно это касается родоначальных структур, существует множество тривиальных названий, сохранение которых в номенклатуре необходимо по ряду причин. Тривиальные названия обычно не несут информации о строении соединений и не могут быть составлены логически. Однако тривиальные названия зачастую служат основой для целых номенклатурных подсистем (например, номенклатура аннелированных полициклов), поэтому их приходится просто запоминать; можно использовать также сводные таблицы, например приведенные в конце этой книги.

Для того чтобы дать соединению систематическое название или построить его структурную формулу по названию нужно действовать по определенному плану.

1. Определить, к какому классу относится соединение (например, углеводород, гетероцикл, карбоновая кислота, кетон, галогенпроизводное и т. д.; разд. 2.2.1, табл. 7).
2. Определить родоначальную структуру и охарактеризовать заместители (возможно, они также содержат собственные заместители) и остальные представленные структурные или номенклатурные элементы (гл. 1).
3. Если одно и то же соединение может быть отнесено более чем к одному классу соединений или же в его структуре может быть выделено несколько родоначальных структур, необходимо выявить среди них старшинство.
4. Определить, какой тип номенклатуры должен быть применен, или установить, какая из них была использована при присвоении названия рассматриваемому соединению. (Правила IUPAC до сих пор допускают возможность построения альтернативных названий, которые иногда перекрываются друг с другом; разд. 2.2.) Стоит отметить, что в заместительной номенклатуре (более предпочтительной) некоторые традиционные названия классов соединений больше не используются, например простой эфир – алкоксиялкан.
5. Структурные или номенклатурные элементы, выделенные в соответствии с п. 3, называют по отдельности (или обозначают фрагментами формул), затем им присваиваются соответствующие локанты (номера, буквы) и маркеры (уточняющие знаки, дефисы, штрихи и т. д.).

6. В итоге приставки, окончания и суффиксы, соответствующие заместителям, располагают по определенным правилам и вставляют в название родоначальной структуры с добавлением перед ними соответствующих локантов.
7. При необходимости должны быть добавлены изотопные метки (разд. 6.6) и стереохимические дескрипторы.

В отношении терминов «приоритет» и «старшинство» в систематической номенклатуре можно сформулировать два фундаментальных правила.

1. По возможности следует использовать наиболее низкий локант (цифру, букву); то есть предпочтительным является тот структурный или номенклатурный элемент, который обладает наиболее низким локантом.
2. Пока выбранная спецификация сохраняет однозначность, стоит использовать низший номер маркера (см. выше).

Поскольку для многих углеводородных и гетероциклических родоначальных структур сохраняются традиционные обозначения, очередность в соответствии с принципами низших локантов и низших номеров не всегда строго соблюдается. В таких случаях старшинство определяется более или менее произвольно.

Итак, система номенклатуры IUPAC полностью основана на центральной концепции о «родоначальной структуре», в которой названия заместителям присваиваются на следующем шаге, поэтому казалось целесообразным придерживаться такого же деления и для глав этой книги. Таким образом, мы начинаем (гл. 1) описание правил номенклатуры с применения их к родоначальным структурам, затем во второй главе обсудим различные типы номенклатур для замещенных систем, радикалов и ионов; третья глава посвящена соединениям со специфическими заместителями, в четвертой рассмотрены металлоорганические соединения, в пятой – углеводы. В заключительной шестой главе мы вновь обратимся к построению названий сложных соединений, включающими изотопные метки и дескрипторы, отражающие стереохимию соединения.

Для того чтобы читатель мог получить максимальную пользу от этой книги, перед тем как приступить к ее изучению, стоит усвоить некоторые особенности терминологии. Чтобы избежать путаницы, термин «радикал», который в литературе нередко обозначает также фрагмент молекулы со свободными валентными связями, здесь будет применяться только для обозначения частиц радикальной

природы. При обозначении структурных фрагментов молекул этот термин заменен выражением «замещающая группа» или термином «заместитель». Критерии старшинства применяют последовательно, и, когда первый из них не приводит к однозначному ответу, в силу вступает следующий. Дефис используют иногда весьма произвольно; дефис можно ставить в том случае, если это приводит к более точному названию. Приведенные в книге примеры заимствованы из недавних исследовательских отчетов или были выбраны с той целью, чтобы наиболее полно проиллюстрировать правила номенклатуры. Используемые до сих пор устаревшие названия считаются «тривиальными названиями». На них распространяются те же ограничения. Когда следует придать особое значение расхождениям между названиями согласно Chem. Abstr. и IUPAC, это должно быть надлежащим образом указано.

Читатель по мере ознакомления с языком химических формул и знаков обязательно проявит свои способности к графическому изображению и абстрактному мышлению.

1 Родоначальные структуры

1.1. Ациклические углеводородные системы

1.1.1. Линейные углеводороды

Насыщенные углеводороды по классификации родоначальных структур носят название **алканы**; заместитель (замещающая группа), образованный из них, называется **алкильной** (или **алканильной**, см. ниже) группой. Название углеводородов определяется количеством атомов в неразветвленной цепи гомологического ряда C_nH_{2n+2} ; и только первые четыре углеводорода имеют тривиальные названия.

$n =$	1	2	3	4
углеводород	метан	этан	пропан	бутан

Начиная с $n = 5$, систематическое название углеводорода формируется путем прибавления суффикса **...ан** к названию числительного на греческом или латинском языке.

$n =$	5	6	7	8	9
углеводород	пентан	гексан	гептан	октан	нонан

Все последующие неразветвленные углеводороды называются с использованием комбинации названия числительного первого десятка и названия десятка, сотни, тысячи.

1	10 декан	100 ге	1000 ки
2 до	20 козан	200 ди	2000 ди
3 три	30 триа	300 три	3000 три
4 тетра	40 тетра	400 тетра	4000 тетра
5 пента	50 пента	500 пента	5000 пента
6 гекса	60 гекса	600 гекса	6000 гекса
7 гепта	70 гепта	700 гепта	7000 гепта
8 окта	80 окта	800 окта	8000 окта
9 нона	90 нона	900 нона	9000 нона

контан

ктан

лиан

Исключения составляют: 1 = моно, 2 = ди, 11 = ундекан, 20 = икозан, 21 = генэйкозан. Название замещающей группы формируется из названия соответствующего алкана с заменой окончания ...ан на ...ил; в случае свободной валентной связи ставится локант 1 (который часто опускается). Однако наблюдается тенденция, которая со временем привела к несокращенному окончанию ...анил с локантом, отличным от единицы, например 2-метилпропан-2-ил вместо 1,1-диметилэтил (= *трет*-бутил).

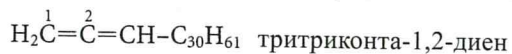
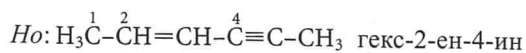
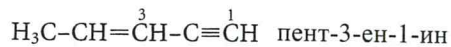
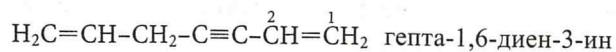
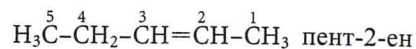
$C_{22}H_{46}$ докозан, $C_{44}H_{90}$ тетратетраконтан,
 $-C_{75}H_{151}$ пентагептаконтил, $-C_{121}H_{243}$ геникозагектил,
 $C_{9876}H_{19754}$ гексагептаконтаоктактаноналиан

Ненасыщенные ациклические углеводороды с двойной и/или тройной связями обычно называются алкенами, алкинами или алкенидами; количество ненасыщенных связей обозначается приставкой **ди**, **три** и т. д.: алкатриены, алкендиины и т. д.

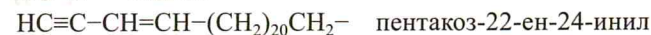
Название класса соответствующего заместителя получается при прибавлении к названию суффикса ...ил: алкадиенотриил и т. д.

Названия членов гомологического ряда формируются аналогично, как и в случае насыщенных соединений; тривиальные названия сохранены только для **метилена** CH_2 , **этилена** $CH_2=CH_2$, **аллена** $CH_2=C=CH_2$ и **ацетилен** $HC\equiv CH$.

Цепь нумеруется таким образом, чтобы кратная связь имела наименьший номер; двойная связь имеет старшинство по отношению к тройной, поэтому имеет меньший номер.



В соответствующих заместителях атому, связанному с основной (родоначальной) цепью присваивается локант 1, старшинство кратной связи указывается, как показано ниже:



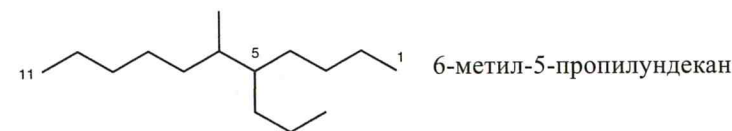
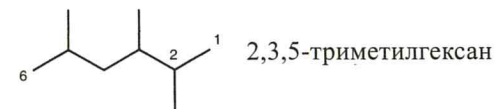
Тривиальные названия сохранены для таких заместителей как **винил** $H_2C=CH-$ (*систематическое* название этенил) и **аллил** $H_2C=CH-CH_2-$ (*систематическое* название проп-2-енил).

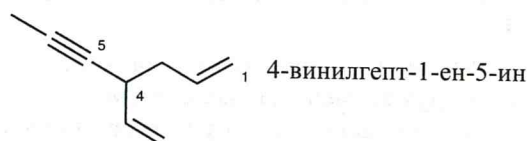
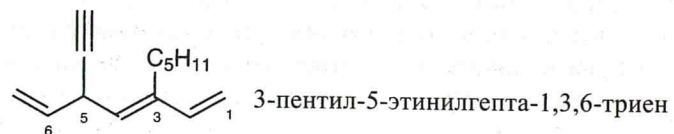
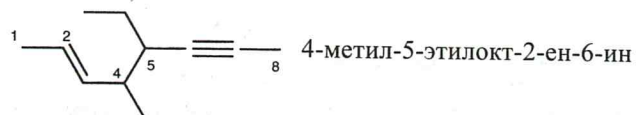
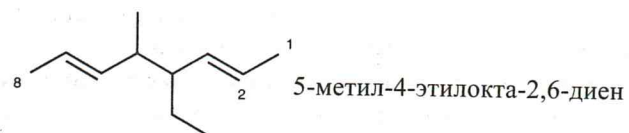
1.1.2. Разветвленные углеводороды

Название разветвленных насыщенных и ненасыщенных ациклических углеводородов строится следующим образом: сначала выбирается главная цепь и определяются места присоединения боковых цепей. Для выбора родоначальной структуры нужно воспользоваться уже рассмотренными ранее правилами (см. также разд. 6.1):

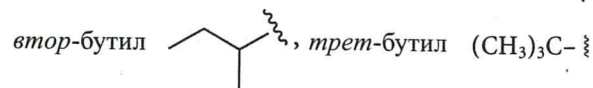
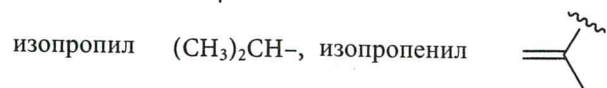
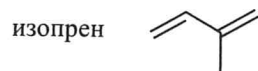
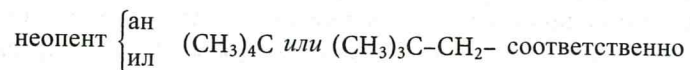
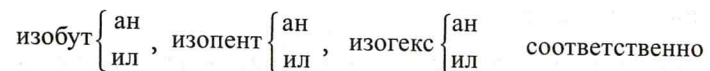
- главная цепь должна содержать максимальное количество двойных и тройных связей;
- если предыдущий критерий не помог принять правильное решение или рассматривается случай насыщенных систем, то выбирается цепь, содержащая наибольшее число у атомов углерода;
- если проблема так и не решена, то выбирается цепь с максимальным числом двойных связей;
- если и в этом случае однозначное решение невозможно, то выбирается наиболее разветвленная цепь (содержащая наибольшее число боковых цепей).

Когда главная цепь определена, ее атомам присваиваются номера, согласно уже сформулированным правилам для неразветвленных углеводородов. Боковые цепи называют отдельно по аналогичным правилам, атомы нумеруют, начиная с места присоединения к главной цепи. Порядок нумерации выбирают так, чтобы было меньше локантов. При наличии кратных связей им отдается предпочтение, заместители перечисляются в алфавитном порядке. Все эти правила распространяются и на боковые цепи.





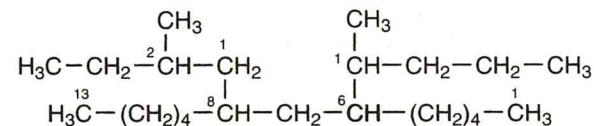
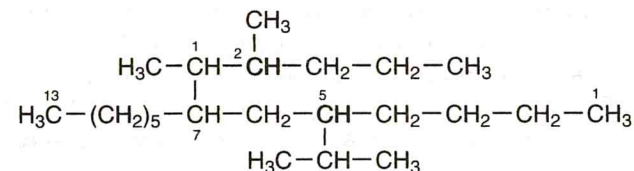
Для простейших разветвленных углеводородов и соответствующих замещающих групп можно использовать следующие *тривиальные* названия



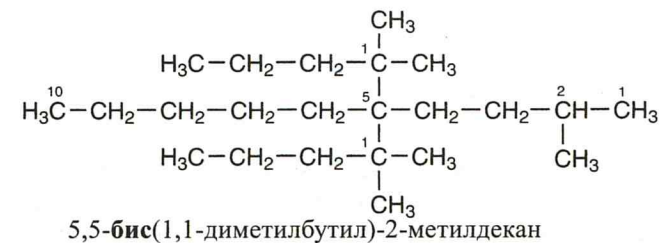
В структурных формулах вместо обычного написания радикалов $-\text{CH}_3$, $-\text{C}_2\text{H}_5$, $-\text{C}_3\text{H}_7$, $-\text{C}_4\text{H}_9$ можно использовать сокращенные буквенные обозначения $-\text{Me}$, $-\text{Et}$, $-\text{Pr}$, $-\text{iPr}$, $-\text{Bu}$, $-\text{iBu}$, $-\text{sBu}$, $-\text{tBu}$. (i – от iso, s – от second, t – от tert).

1.1.3. Углеводороды с разветвленными боковыми цепями

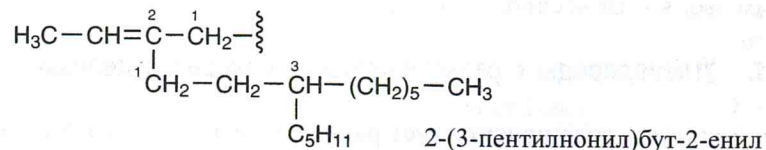
Если в углеводороде присутствует разветвленная боковая цепь, необходимо помнить, что нумерацию атомов боковой цепи начинают с места присоединения к главной цепи (см. также разд. 1.1.1); названия боковых цепей входят в название соединения в алфавитном порядке по первой букве названия заместителя. В случае совпадения первых букв названий заместителей предпочтение отдается меньшему номеру атома в цепи без учета порядка разветвления.



Количество одинаковых боковых цепей обозначается приставкой **ди**, **три**, **тетра**, **пента** и т. д. Если в цепи есть несколько одинаковых сильно разветвленных боковых цепей, то их число обозначается приставками **бис**, **трис**, **тетракис**, **пентакис** и т. д. (Приставки **би**, **тер**, **квадро**, **секси**, **септи** и др. используются для обозначения числа одинаковых фрагментов; см. следующие разделы.)



Если заместителем является сложная углеводородная система, то место свободной валентности получает локант 1; только затем используются обычные правила старшинства.



1.1.4. Поливалентные заместители

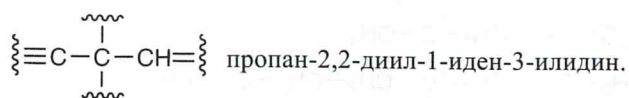
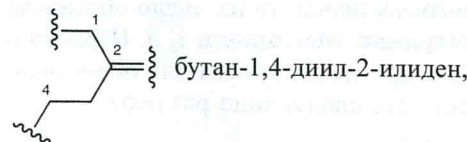
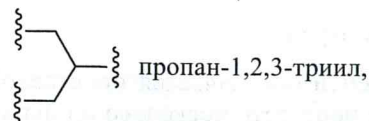
Поливалентные заместители в ациклических углеводородах обозначаются прибавлением к названию соответствующей моновалентной группы суффикса **...иден** или **...идин** в зависимости от того, сколько свободных валентностей у соответствующего атома С.

Мультиплетность некоторых структурных элементов соответствует числу свободных валентностей. Для обозначения $=\text{CH}_2$ или $-\text{CH}_2-$ до сих пор используется тривиальное название **метилен**, группу $=\text{CH}-$ называют **метин**.

$\text{HC}\equiv$ метилиден, $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=$ винилиден, $(\text{CH}_3)_2\text{C}=$ изопропилиден,

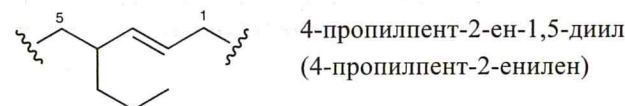
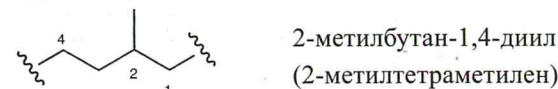
$\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv$ пент-2-ен-1,4-бис(илиден),

$\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-$ бут-2-ин-1-илиден-4-илидин,



Углеводородную цепь со свободными валентностями у терминальных атомов С до настоящего времени продолжают называть по числу метиленовых фрагментов **триметилен-**, **тетраметилен-**

и т. д., хотя для таких групп существует корректное систематическое название **алкан-1-ω-диил**. Точно так же для ненасыщенных заместителей с терминальными свободными валентностями вместо правильного конечного слога **...ен** используют **...енилен**. Часто встречаются и тривиальные названия **этилен** для фрагмента $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$, **пропилен** для $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2-$ и **винилен** для $-\text{CH}=\text{CH}-$. Для более сложных производных предпочтение всегда следует отдавать систематическим названиям.

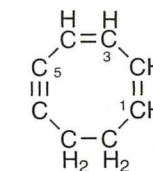
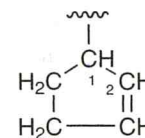
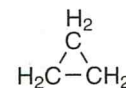


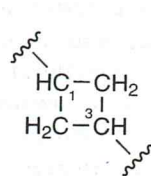
1.2. Циклические системы

1.2.1. Циклические углеводороды

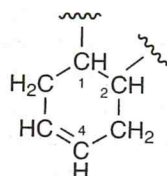
1.2.1.1. Углеводороды с одним циклом

Название насыщенных и ненасыщенных углеводородов с одним циклом образуется таким же образом, как и названия их ациклических аналогов, только перед названием помещают приставку **цикло-**. Название моновалентных заместителей получают точно так же с добавлением окончания **...ил**, бивалентных (свободные валентности у различных атомов) — **...диил** (ранее **...илен**) и **...илиден** или **...1,1-диил**, если свободные валентности у одного атома. При нумерации атомов цикла позиция углерода со свободной валентностью предпочтительна; если в цикле есть одновременно и двойные и тройные связи, то двойные должны иметь меньшие локанты (старшинство двойной связи).

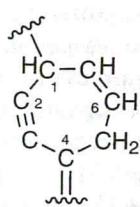




циклобутан-1,3-диил
Ранее:
1,3-циклобутилен

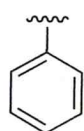


циклогекс-4-ен-1,2-диил
Ранее:
циклогекс-4-ен-1,2-илен



циклогепт-6-ен-
2-ин-1-ил-
4-илиден

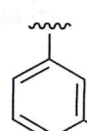
В настоящее время используются такие тривиальные названия как **бензол**, **фенил** и (*орто*-), (*мета*-), (*пара*-) **фенилен**.



или

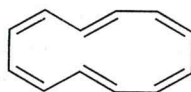


фенил
(сокращенно Ph)

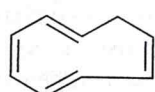


1,3-фенилен
(*м*-фенилен)

Циклические полиены с одним циклом (сокращенное название – **манкьюд-система**) общей молекулярной формулы C_nH_n или C_nH_{n+1} ($n > 6$), содержащие максимальное число некумулированных двойных связей, также называются [*n*]аннуленами.



[12]аннулен
(циклододека-
1,3,5,7,9,11-гексаен)



1H-[9]аннулен
(циклонона-1,3,5,7-тетраен)

1.2.1.2. Полициклические углеводороды

1.2.1.2.1. Конденсированные полициклические углеводороды

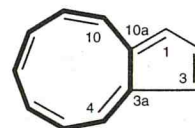
Номенклатура соединений, содержащих два или более циклов с высокой степенью ненасыщенности и имеющих два или более общих атомов углерода, основана на тривиальных названиях. Названия наиболее важных представителей таких соединений приведены в табл. 1 в соответствии с их старшинством (речь идет о предпочтительности при выборе в качестве компонента для названия более сложных полициклических систем).

Соединения, содержащие только бензольные кольца, а также их производные обычно называются **аренами**, или **ароматическими** (традиционно). Систематические названия конденсированных полициклических углеводородов, у которых отсутствуют тривиальные названия, строятся следующим образом.

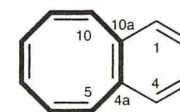
Выбирают основной компонент (родоначальную структуру), содержащий большее число конденсированных циклов, или тот фрагмент (содержащий максимальное число циклов), для которого в табл. 1 есть тривиальное название. Названия других компонентов присоединяют в префиксную часть с изменением в их названии окончания **...ен** на **...ено**. Названия некоторых префиксных форм:

аценафто	от	аценафтилен	нафто	от	нафтилен
антра	от	антрацен	перило	от	перилен
бензо	от	бензол	фенантро	от	фенантрен

Приставки, соответствующие присоединенным моноциклическим углеводородным компонентам, за исключением **бензо**-, образуются из названия циклоалкана, например: **циклопента**-, **циклогепта**- и т. д. Такая схема построения названия, а также окончание **...ен** указывают на то, что это ненасыщенная конденсированная система с **максимальным числом некумулированных двойных связей**, то есть это **манкьюд-система**, или **аннулен**.

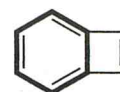


циклопентациклононен
или циклопента[9]аннулен, но не
циклопентадиеноциклононатетраен

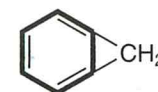


бензоциклооктен
или бензо[8]аннулен, но не
бензоциклооктатетраен

Для следующих соединений Chem. Abstr. предлагает использование названий по байеровской номенклатуре: **бицикло[4.2.0]окта-1,3,5,7-тетраен** и **1H-бицикло[4.1.0]гепта-1,3,5-триен**, что никак не отражает ароматический характер этих соединений.



циклобутабензол



циклопропабензол

В общем, существует большое количество изомеров ненасыщенных конденсированных систем, и их можно классифицировать,

Таблица 1. Тривиальные названия ненасыщенных конденсированных полициклических углеводородов; соединения указаны в порядке уменьшения старшинства, то есть в порядке уменьшения предпочтительности их выбора в качестве компонента названия полициклической системы (см. также разд. 6.3)

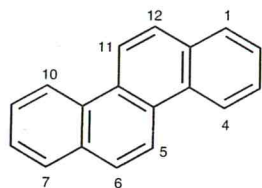
1. Пентален		7. <i>as</i> -Индацен	
2. Инден		8. <i>s</i> -Индацен	
3. Нафталин		9. Аценафтилен (аценафтен)	
4. Азулен		10. Флуорен	
5. Гептален (аналогично: октален и т. д.)		11. Фенален	
6. Бифенилен		12. Фенантрена	

Таблица 1 (продолжение)

13. Антрацен ^a	
14. Флуорантен	
15. Ацефенантрилен	
16. Ацеантрилен	
17. Трифенилен ^b	
18. Пирен	

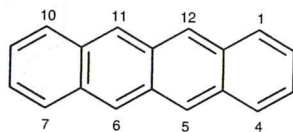
Таблица 1 (продолжение)

19. Хризен

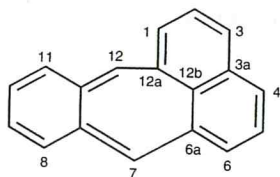


20. Нафтаен

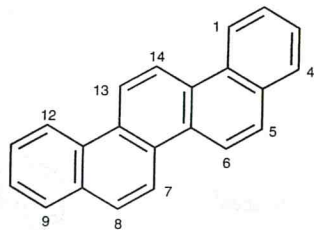
(современное название: тетрацен)



21. Плеиден



22. Пицен



23. Перилен

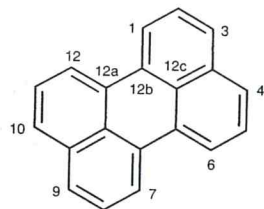
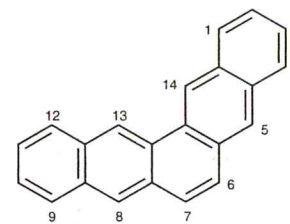
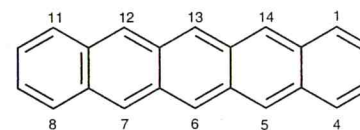
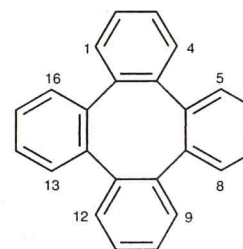


Таблица 1 (продолжение)

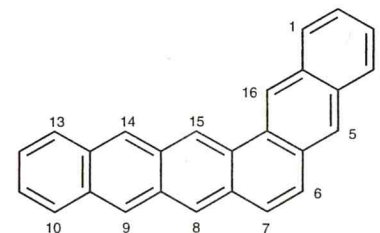
24. Пентафен



25. Пентацен

26. Тетрафенилен^b

27. Гексафен



28. Гексацен

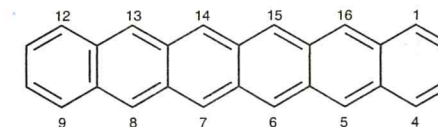
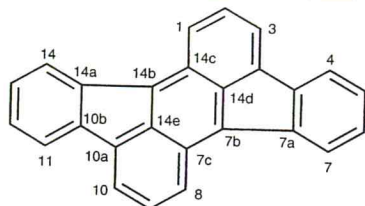
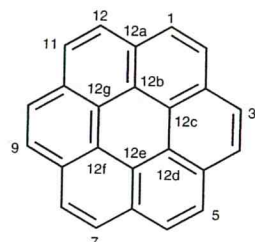


Таблица 1 (продолжение)

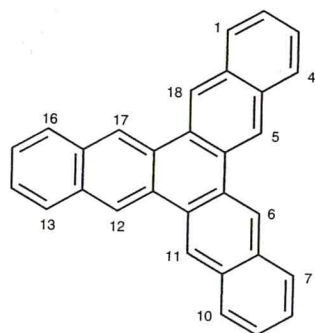
29. Рубицен



30. Коронен



31. Тринафтилен



32. Гептафен

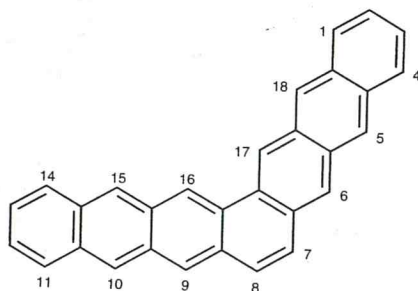
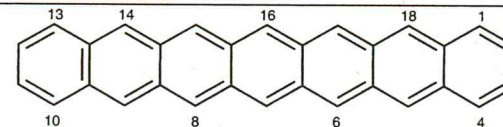
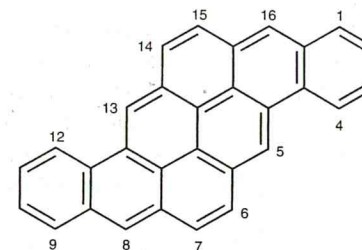


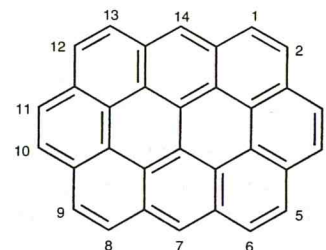
Таблица 1 (окончание)

33. Гептацен^a

34. Пирантрен



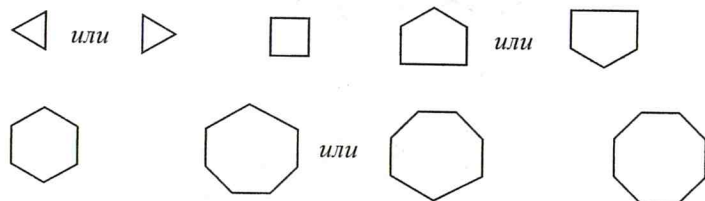
35. Овален

^a Нумерация атомов не соответствует правилам систематической номенклатуры.^b Должно было бы быть терфенилен, квадрофенилен и т. д., потому что по общему правилу для индексации компонентов (здесь: *o*-фенилен) должны быть использованы приставки **би-**, **тер-**, **квадро-** и т. д. Таким же образом могут быть названы и *мета*-конденсированные полициклы: пентафенилен, гекса-*м*-фенилен и т. д.^в Можно продолжить: октацен, нонацен... полиацен; аналогично ...полиафен.

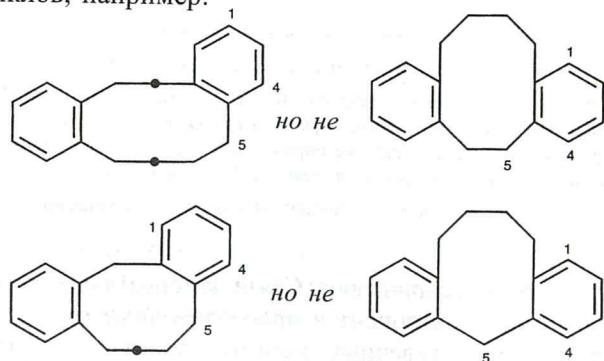
руководствуясь правилами дескрипторов. Связи, которыми соединены основной (родоначальный) компонент и присоединенные компоненты, обозначают с помощью буквенных локантов (латинскими буквами курсивом *a*, *b*, *c* и т. д.), соответствующие связи присоединенных компонентов обозначают цифровыми локантами 1, 2, 3, 4..., не взирая на возможную нестандартную нумерацию. Для присоединенных вторичных компонентов правила нумерации сохраняются. Название конденсированной системы составляют как комбинацию названий родоначальной структуры и присоединенных структурных фрагментов, причем между ними в квадратных скобках указывают цифровые

и буквенные локанты. Понятно, что и в данном случае придерживаются принципа наименьших локантов: во-первых, наименьшим должен быть набор буквенных локантов основного компонента; во-вторых, наименьшим должен быть набор цифровых локантов присоединенных компонентов (начиная с высших компонентов в порядке перечисления их в названии); порядок цифровых локантов определяется порядком буквенных локантов! Если к основному компоненту присоединено несколько вторичных, то пользуются правилом перечисления по алфавиту. Для того чтобы установить порядок буквенных и цифровых локантов и тем самым определить с названием конденсированной системы, следует воспользоваться правилами ориентации, как будет показано далее.

Все циклы, из которых состоят конденсированные системы должны быть изображены следующим образом и никак иначе:



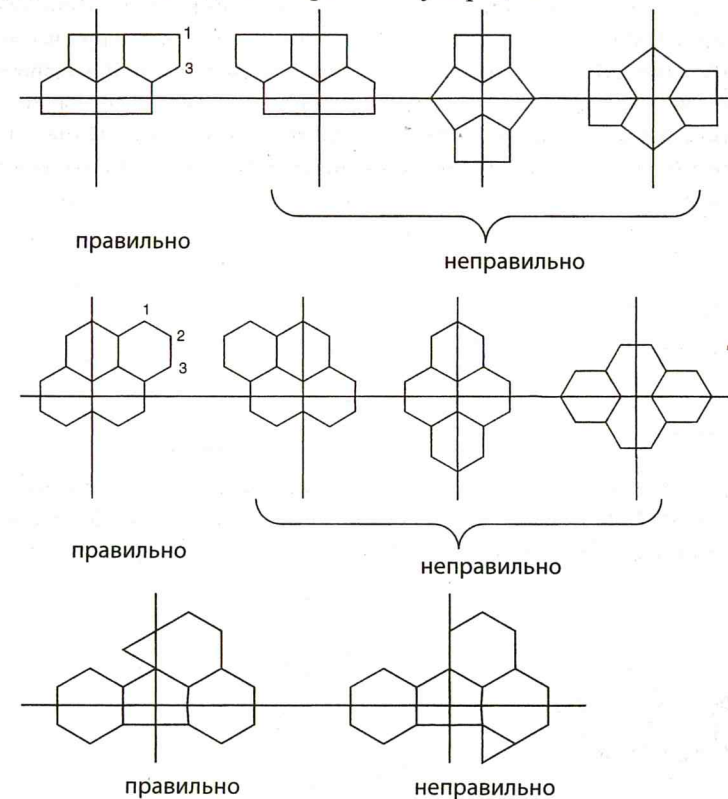
Вертикально изображенные связи конденсированных циклов должны располагаться как можно дальше друг от друга, особенно это важно для высших (по числу атомов в цикле) конденсированных циклов, например:



Конденсированную систему ориентируют и располагают таким образом, чтобы последовательно выполнялись следующие правила:

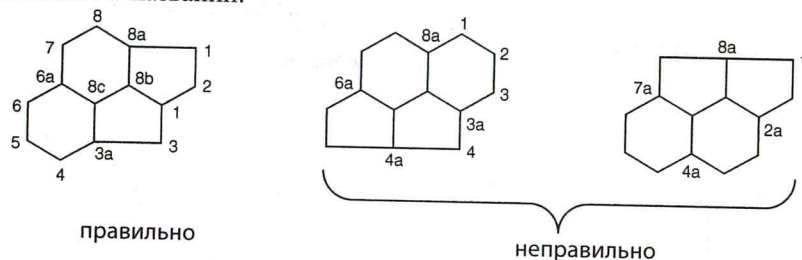
- как можно больше циклов должно располагаться в горизонтальном ряду;
- как можно больше циклов должно располагаться в правом верхнем квадранте;

- при возможности выбора наименьшее количество циклов должно располагаться в нижнем левом квадранте;
- максимальное (большее) количество циклов должно располагаться выше горизонтального ряда;
- должны соблюдаться правила нумерации.

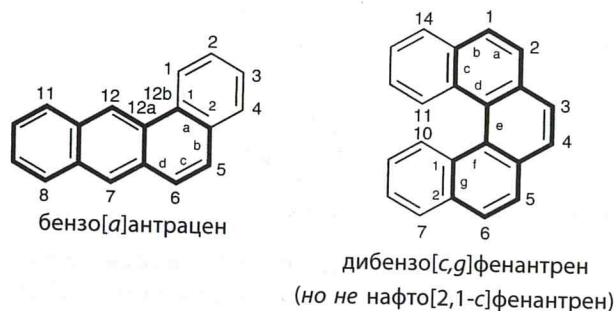


Нумерацию атомов правильно ориентированной системы начинают с цикла, находящегося в самом верхнем правом углу, с С-атома наиболее удаленного в направлении **против часовой стрелки** и не участвующего в образовании конденсирующих связей (связей, по которым проведена конденсация). Все атомы углерода нумеруют подряд по часовой стрелке по периметру структуры. Атом углерода, принадлежащий более чем одному циклу (узловой атом), получает номер предыдущего атома с добавлением буквы латинского алфавита a, b, c и т. д. Затем нумеруют внутренние атомы углерода. Ранее нумерацию внутренних атомов проводили, начиная с узлового атома углерода с наибольшим номером по часовой стрелке относительно

центра структуры. По современным правилам нумерация проводится по кратчайшему пути (минимальное число связей), начиная с узлового атома с **наименьшим локантом**, при этом внутреннему атому приписывается цифровой локант соответствующего узлового атома с надстрочным индексом, равным числу связей между узловым и внутренним атомами. Следующие примеры демонстрируют применение правил ориентации и выполнение правил от а–д. Эти примеры демонстрируют также правило наименьших локантов: конденсированную систему следует ориентировать именно таким образом и нумеровать атомы так, чтобы локанты, обозначающие порядок присоединения к основному компоненту, были минимальными в порядке их перечисления в названии:



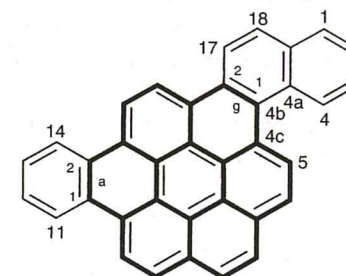
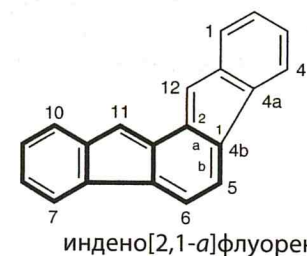
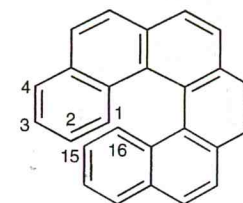
Последовательность локантов 2,3,6,8 ниже, чем 3,4,6,8 или 2,4,7,8.
Примечание: Решающим является не сумма локантов, но первая точка различия (3 больше, чем 2).



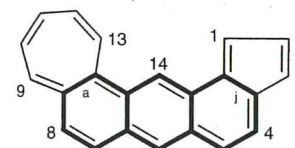
Этот пример демонстрирует правило, согласно которому два присоединенных компонента предпочтительнее, чем один.

При добавлении *орто*-конденсированного бензофрагмента к пентациклической системе с образованием спиральной структуры (гелицена) количество таких фрагментов в спирали обозначают путем прибавления умножающей приставки **гекса-**, **гепта-** и т. д. к названию гелицен. Поскольку существующие правила нумерации приводили к путанице при нумерации атомов периферийных циклов в случае отдельных пред-

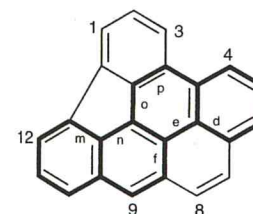
ставителей этого класса соединений, была предложена новая схема последовательной нумерации, согласно которой нумерация всегда начинается с одного конца спирали и последовательно доходит до другого конца.



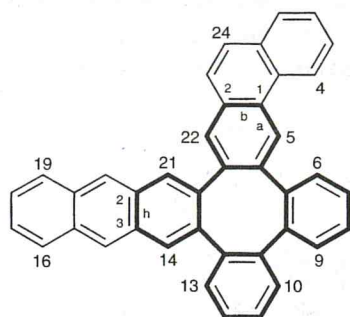
Как и в следующих двух примерах последовательность буквенных обозначений имеет заранее установленный порядок (в основной структуре буквенная нумерация идет по часовой стрелке, в присоединенной конденсированной системе цифровая нумерация идет против часовой стрелки – от большего номера к меньшему, при этом конденсированные связи должны и иметь наименьшие номера. Поэтому следует прочитать дескрипторы так: ...[2,1-*a*]... и ...[2,1-*g*]..., а не ...[1,2-*a* и *g*]... .



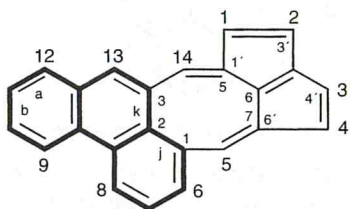
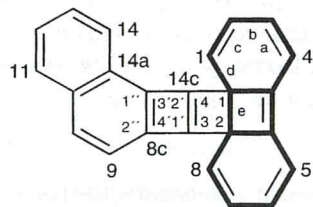
циклогепта[а]циклопента[j]антрацен



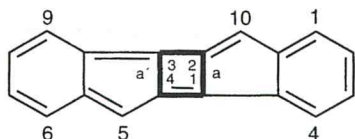
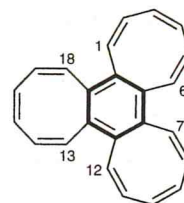
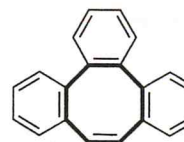
бензо[def]индено[1,2,3,4-mnop]хризен

динафто[1,2-*b*:2,3-*h*]тетрафенилен

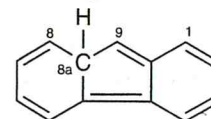
В более сложных системах, содержащих компоненты более высокого порядка, присоединенные к вторичным компонентам, соответствующие связи присоединенных компонентов обозначают парой цифровых локантов в квадратных скобках, при этом локанты компонентов второго порядка отмечают одним штрихом, третьего порядка – двумя штрихами и т. д.

пенталено[1',6':5,6,7]циклоокта[1,2,3-*j*]фенантреннафто[1'',2'':3',4']циклобута[1',2':3,4]-
циклобута[1,2-*e*]бифенилен

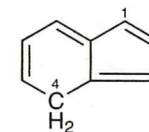
Название конденсированной системы, в которой к центральному компоненту присоединены (конденсированы через связь, то есть *орто*-конденсированы) два или более одинаковых старших компонента, должно быть составлено следующим образом:

циклобута[1,2-*a*:3,4-*a'*]диинденбензо[1,2:3,4:5,6]трициклооктен или
бензо[1,2:3,4:5,6]три[8]аннулентрибензо[*a,c,e*]циклооктен или
трибензо[*a,c,e*][8]аннулен

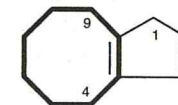
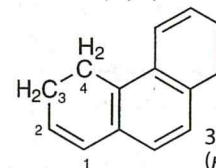
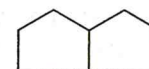
Если конденсированный углеводород содержит насыщенный атом углерода, то есть группу $\geq\text{CH}$ и/или $\geq\text{CH}_2$, то в названии указывают положение так называемого **обозначенного водорода** – указывают локант атома углерода и латинскую букву Н*. Если соединение содержит попарно связанные насыщенные атомы углерода, оно является ди-, тетра- или **пергидропроизводным**. При возможности выбора локант обозначенного водорода должен быть наименьшим; положение обозначенного водорода указывают непосредственно перед названием углеводорода.



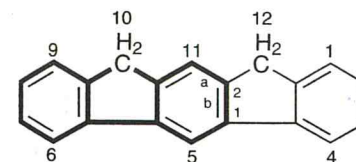
8aH-флуорен



4H-инден

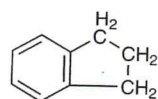
4,5,6,7,8,9-гексагидро-1H-
циклопентациклооктен3,4-дигидрофенантрен
(нумерация не по правилам)

пергидропентален

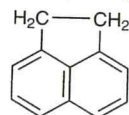
10,12-дигидроиндено[2,1-*b*]флуорен

* В англоязычной литературе принято выделять курсивом символы обозначенного водорода и гетероатомов. – Прим. перев.

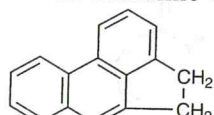
Для ряда частично гидрированных соединений в ранних версиях правил IUPAC было разрешено использование тривиальных названий (в настоящее время употребляют только название «индан»).



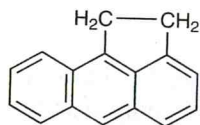
индан
(2,3-дигидро-1Н-инден)



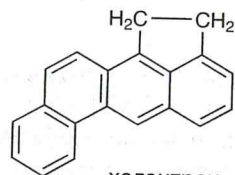
аценафтен
(1,2-дигидро-аценафтилен)



ацефенантрен
(4,5-дигидро-ацефенантрилен)



ацеантрен
(1,2-дигидроацеантрилен)

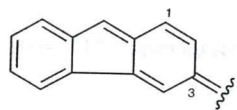


холантрен

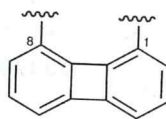
Названия замещающих групп образуются из названий соответствующих конденсированных углеводородов, как ранее описано, прибавлением соответствующих окончаний.

ил для моновалентных групп
илиден если есть две свободные валентности у одного атома С
диил если две свободные валентности есть у разных атомов С (прежде: **илен**)

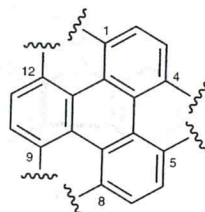
В том случае, когда свободных валентностей более двух, это обозначается как **...триил**, **...тетраил** и т. д. Если, как в практике Chem. Abstr., несокращаемые систематические названия групп используются вместо обычных кратких форм **2-нафтил**, **9-антрил**, **4-фенантрил** и т. д., соответствующие локанты ставятся перед обозначением функции: **нафталин-2-ил**, **фенанатрен-4-ил** и т. д. С учетом нумерации атомов углеродного скелета свободным валентностям присваиваются низшие локанты.



флуорен-3-илиден



бифенилен-1,8-диил
(1,8-бифениленилен)



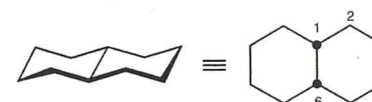
трифенилен-
1,4,5,8,9,12-гексаил

1.2.1.2.2. Мостиковые полициклические углеводороды

1.2.1.2.2.1. Система Байера. Насыщенные циклические углеводородные системы, содержащие два или более циклов, в которых два цикла имеют два общих атома углерода, называются **би-, три-, тетра-** и т. д. **-циклоалканами**. Общее число циклов эквивалентно числу С-С-связей, которые нужно расщепить, чтобы получить открытую цепь.

Чтобы правильно назвать такие соединения, необходимо выполнить следующее:

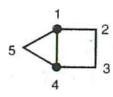
- имеющуюся трехмерную структуру трансформировать в плоскую;
- выбрать основной цикл, который включает как можно большее число скелетных атомов углерода;
- определить наиболее длинную углеродную цепь, называемую главным мостиком и связывающую два атома углерода основной цепи (которая сама состоит из двух ветвей). Соответствующие точки связывания называются узловыми или **головами моста**;
- чтобы составить полное название, после приставки цикло- в квадратных скобках в порядке уменьшения старшинства указывают количество атомов углерода обеих ветвей основного цикла и основного мостика, а также второстепенных мостиков (если они имеются), отделяя их точками;
- нумерация начинается с первого атома углерода, находящегося в голове моста, обходит сначала наибольшую цепь основного цикла, доходит до второго атома углерода, находящегося в голове моста, а затем идет по следующей наибольшей цепи, заканчивающейся у первого атома углерода. Далее переходят к основному (наиболее длинному из имеющихся) мостику, который разделяет основной цикл как можно более симметрично, и затем нумеруют атомы вторичных мостиков. Атомы, находящиеся в головах вторичных мостиков, обозначаются наименьшими надстрочными индексами в соответствии с вышеприведенными правилами.



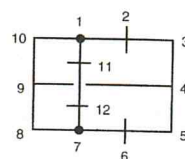
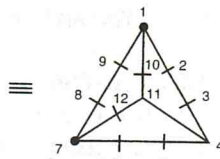
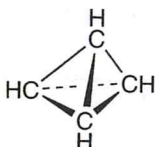
бицикло[4.4.0]декан
(декалин)



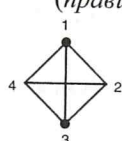
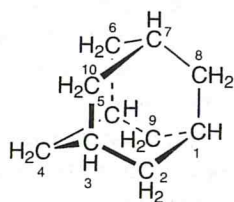
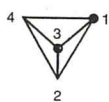
бицикло[3.3.1]нонан



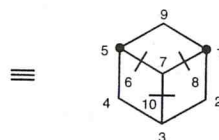
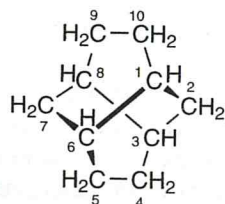
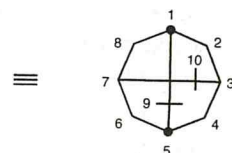
бицикло[2.1.0]пентан

трицикло[5.3.2.0^{4,9}]-
додекан
(правильно)...[5.2.3.0^{4,11}]...
(неправильно)

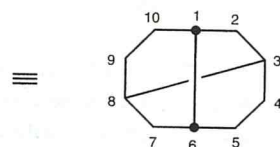
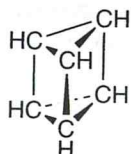
тетраэдран

трицикло[1.1.0.0^{2,4}]бутан

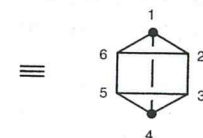
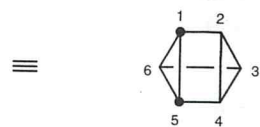
адамантан

трицикло[3.3.1.1^{3,7}]-
декан

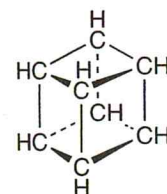
твистан

трицикло[4.4.0.0^{3,8}]декан

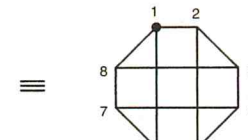
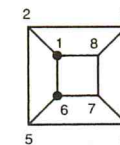
призман

тетрацикло[2.2.0.0^{2,6}.0^{3,5}]-
гексан (правильно)тетрацикло[3.1.0.0^{2,4}.0^{3,6}]-
гексан (неправильно)

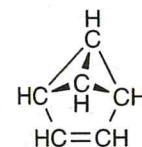
Симметричное разделение основного цикла



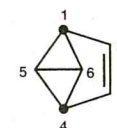
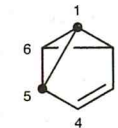
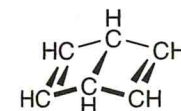
кубан

пентацикло[4.2.0.0^{2,5}.0^{3,8}.0^{4,7}]октан

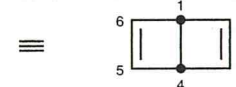
При введении в такие системы двойных связей, особенно если больше одной, возникают пограничные ситуации, которые во многих случаях предполагают более разумное применение альтернативного способа наименования. Следующие соединения – оба валентных изомера бензола (как вышеприведенный призман) – можно точно и однозначно назвать по системе Байера.



бензвален

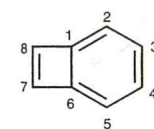
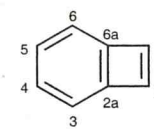
трицикло[2.1.1.0^{5,6}]-
гекс-2-ен
(неправильно)трицикло[3.1.0.0^{2,6}]-
гекс-3-ен
(правильно)

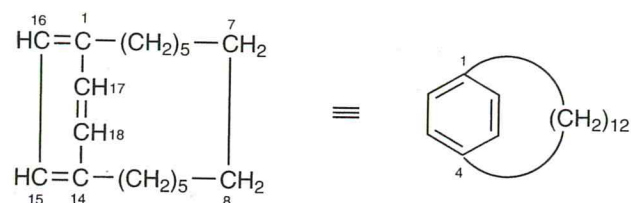
бензол Дьюара



бицикло[2.2.0]гекса-2,5-диен

Для соединений с незатронутым бензольным циклом можно рекомендовать использование номенклатуры для конденсированных полициклических систем или родоначальных систем с присоединенными боковыми цепями.

бицикло[4.2.0]-
окта-1,3,5,7-тетраенциклобутабензол
(лучше)

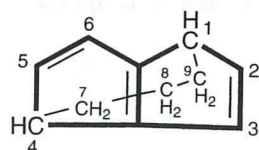


бицикло[12.2.2]октадека-
1(16),14,17-триен

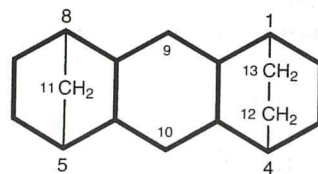
лучше: 1,4-додекаметиленбензол
или 1,4-додеканобензол (см. ниже)
или (1,4)бензоциклоотридекафан
(номенклатура **циклофанов**,
разд. 1.3.1)

1.2.1.2.2.2. Мостиковые конденсированные системы. В случае протяженных конденсированных систем с дополнительными мостиками от системы Байера полностью отказались. Обозначения мостиков, полученные из названий углеводородов заменой окончаний ...**ан**, ...**ен** на ...**ано**, ...**ено**, присоединяют в виде приставок в алфавитном порядке к названию родоначальной структуры. Соответствующие атомы в головах моста обозначают наименьшими локантами, а атомы мостика нумеруют последовательно от атома, находящегося в голове моста и имеющего наибольший локант. Наиболее важные критерии, используемые для выбора родоначальной структуры (выделена жирным) мостиковой конденсированной системы, рассматривают последовательно:

- а) максимальное число циклов;
- б) максимальное число атомов, образующих скелет;
- в) наименьшее количество гетероатомов;
- г) самая старшая циклическая система.



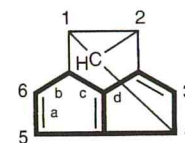
1,4-дигидро-1,4-пропанопентален



пергидро-1,4-этан-5,8-метаноантрацен

Трехвалентный мостик $\text{HC}\equiv$ все еще называют **метено-**, хотя по систематической номенклатуре его следует называть **метантрил**.

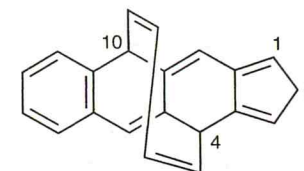
Для ненасыщенных мостиков локанты кратных связей помещают в квадратных скобках в название мостика.



1,2,4,6а-тетрагидро-1,2,4-метеноциклопента[cd]-пентален

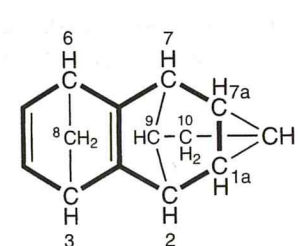
(лучше:

...-1,2,4-(метантриил)цикло...)



4,10-дигидро-2Н-4,10-бута[1,3]-диеноциклопента[Ь]-антрацен

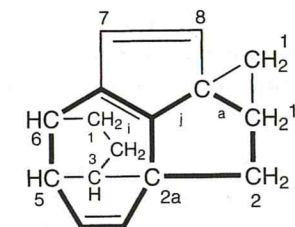
Другие поливалентные мостики обозначают так же, как соответствующие заместители.



1а,2,3,6,7,7а-гексагидро-1,2,7-[1]-этанил[2]илиден-3,6-метано-1Н-циклопропа[Ь]нафталин

(лучше:

...-2,7,1-(этан[1,1,2]триил)-3,6-...)

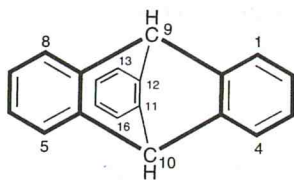


1а,2,5,6-тетрагидро-6,2а,5-[1]пропанил[3]-илиден-1Н-циклопента-[ij]циклопропа[а]азулен

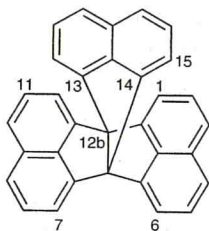
(лучше:

...-5,2а,6(пропан[1,1,3]-триил)-1Н-...)

Для того чтобы назвать циклические системы из табл. 1 как мостиковые, окончания их названий ...**ен** изменяют на ...**ено**.

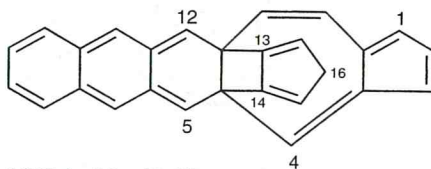


9,10-дигидро-9,10-[1,2]бензолоантрацен
Тривиальное название: триптицен



6b,12b-[1,8]нафталиноаценафто[1,2-*a*]аценафтилен

Для обозначения простых моноциклических углеводородных мостиков перед соответствующим термином, обозначающим конденсированную систему, ставят морфему ...эпи....

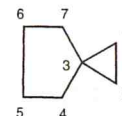


16H-4a,12a-[1,2]-эпициклопентаазулено[5,6-*b*]антрацен
В Chem. Abstr. принято: ...[1',2']-эндо-цикло...

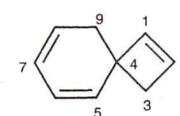
1.2.1.2.3. Спирановые углеводороды

Спирановым соединением называется структура, в которой два цикла имеют один общий атом (углерода). В названиях моноспиранов, содержащих только два алифатических цикла, перед названием соответствующей ациклической системы с таким же количеством атомов углерода ставят приставку спиро-. Чтобы различить возможные изомеры, между приставкой спиро- и остальной частью названия помещают в квадратных скобках числовой дескриптор с указанием количества атомов углерода в каждом цикле. Это можно истолко-

вать как несоответствие правилам для мостиковых систем, так как сначала обозначается меньшая цепь (меньший цикл). Если имеются двойные связи, то им присваивается наименьший возможный локант.



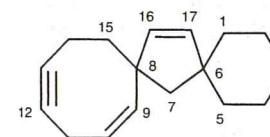
спиро[2.4]гептан



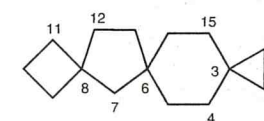
спиро[3.5]нона-1,5,7-триен

Линейные полиспираны такого типа называются **диспиро-, триспиро-** и т. д. **-алканы**; цифровые дескрипторы, обозначающие число атомов между спироцентрами, также помещают в квадратные скобки, разделяя их точками.

Сначала нумеруют атомы меньшего крайнего цикла таким образом, чтобы меньшие номера присваивались атомам наиболее короткого пути при переходе от одного цикла к другому. Это автоматически приводит к тому, что у спироцентров оказываются наименьшие возможные локанты, а общая нумерация начинается с меньшего внешнего цикла и атома углерода, соседнего с первым спироцентром.

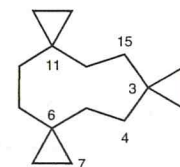


диспиро[5.1.7.2]гептадека-9,16-диен-12-ин

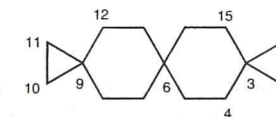


триспиро[2.2.1.3.2.2]-пентадекан

Чтобы отличать **разветвленные спиросоединения** от родственных линейных изомеров, их дескрипторы должны содержать локанты **разветвленных спироцентров**, которые в виде надстрочных индексов помещают после соответствующих обозначений разветвлений.

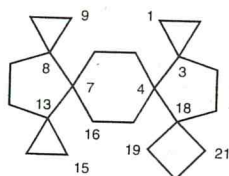


триспиро[2.2.2⁶.2.2¹¹.2³]пентадекан



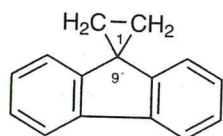
Прежнее название – триспиро[2.2.2.2.2]пентадекан идентично названию приведенного справа линейного изомера, для которого более точный дескриптор может быть представлен в виде ...[2.2.2.2⁹.2⁶.2³]....

Этот подход можно легко распространить на любые комбинации разветвленных и линейных полиспиросистем.

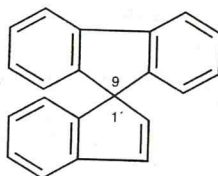


гексаспиро[2.0.2.0.2⁸.2.2¹³.0⁷.2⁴.0.2¹⁸.2³]эйкозан

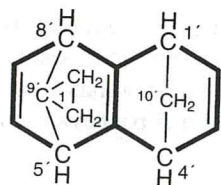
В названиях спиросоединений, содержащих, по крайней мере, одну конденсированную или мостиковую (байеровскую) углеводородную систему, за приставкой **спиро-** в квадратных скобках перечисляются названия составляющих фрагментов с их нумерацией. Спироположениям также присваиваются низшие возможные локанты, которые указывают между названиями составляющих фрагментов.



спиро[циклопропан-1,9'-флуорен]



спиро[флуорен-9,1'-инден]

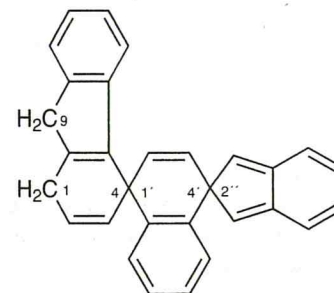


спиро[циклопропан-1,9'-[1,4,5,8]тетрагидро[1,4:5,8]диметанафталин]

Для более сложных систем, в частности содержащих в явной или скрытой форме **обозначенный(е) водород(ы)**, используют особые процедуры присвоения названий, которые лишь вскользь упоминаются в правилах IUPAC. Поскольку фактически это применяется в той или иной степени в указателе The Ring Index и в Chem. Abstr., здесь дается краткое изложение.

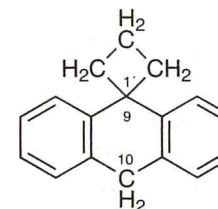
Если в спиросоединении есть структура, содержащая обозначенный водород, его положение с соответствующим локантом указывают

(при необходимости в квадратных скобках) непосредственно перед названием этой структуры. Если, однако, спиросочленение возможно только после формального присоединения двух атомов водорода, то положение дополнительного атома водорода (теперь называемого **добавленным водородом**) с его локантом помещают в скобках непосредственно за локантом соответствующего спироатома. Оба правила могут выполняться одновременно. В соответствии с новым предложением **перед** полным названием соединения указывают обозначения только тех насыщенных атомов, для которых это неочевидно.



диспиро[9Н-флуорен-4(1Н),1'(4'Н)-нафталин-4',2''-(2Н)инден]

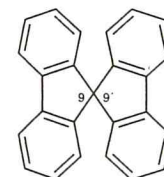
Новое название: 1,9-дигидро[флуорен-4,1'-нафталин-4',2'-инден]



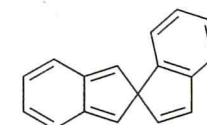
спиро[антрацен-9(10Н),1'-циклобутан]

Новое название: 10Н-спиро[антрацен-9,1'-циклобутан]

Если спиран состоит из двух одинаковых фрагментов, то локанты спироатомов с последующей приставкой **спироби...** помещают перед названием фрагмента.



9,9'-спиробифлуорен

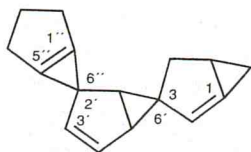


1,2'-спиробиинден

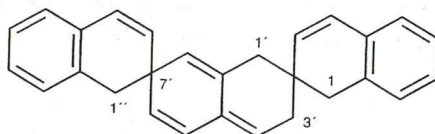


7,7'-спироби[бицикло[4.1.0]гепт-3-ен]
или 7,7'-спироби-
[бицикло[4.1.0]-
гептан]-3,3'-диен

Названия ди- и полиспирановых систем, состоящих из одинаковых фрагментов, образуют таким же образом.



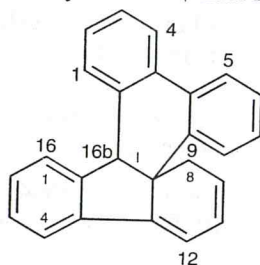
3,6':2'6''-диспиротер[бицикло[3.1.0]гекса]-1,3',1''(5'')-триен



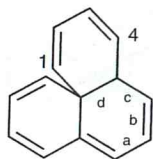
1H,1'H,1''H,3'H-2,2':7',2''-диспиротер[нафталин]

Примечание.

Если в соединении спироатом одновременно включен в третий цикл, т. е. спиросоединение конформационно **несвободно**, то его относят не к спиросоединениям, а рассматривают как конденсированную полициклическую систему.



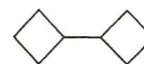
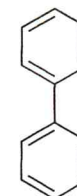
9,16b-дигидрофлуорено[8a,9-]фенантрин



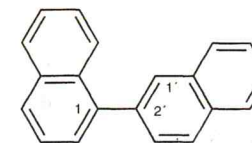
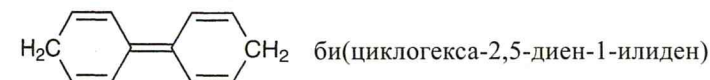
4aH-бензо[d]нафталин

1.2.1.2.4. Циклические углеводороды, связанные простыми или двойными связями; циклические ансамбли

Если два одинаковых карбоцикла связаны простой или двойной связью, то их обозначают как **би ...ил-** или **...илиден-**производные. Либо такие ансамбли можно назвать, поместив приставку **би...** перед **неизменным названием соответствующего циклического углеводорода**.

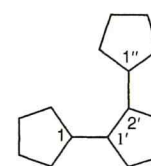
бициклобутан
би(циклобутан)

бифенил

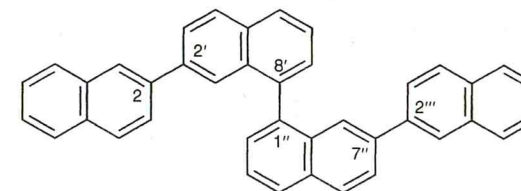
1,2'-бинафтил
(1,2'-бинафталин)

би(циклогекса-2,5-диен-1-илиден)

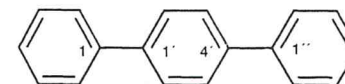
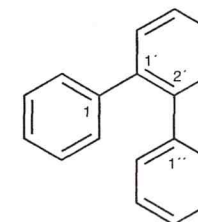
Если объединены три или более одинаковых циклических фрагмента, то перед названием углеводорода (но не группы) ставят умножающие приставки **тер-, кватер-, квинки-, секси-, септи-, окти-, нови-** и т. д. Полифенильные соединения – исключение.



1,1':2',1''-терциклопентан



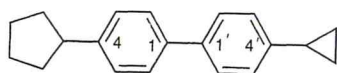
2,2':8',1'':7'',2'''-кватернафталин

пара-терфенил
(1,1':4'1''-терфенил)орто-терфенил
(1,1':2'1''-терфенил)

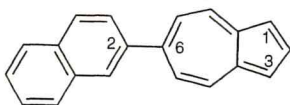
Если простой или двойной связью связаны **разные** циклические системы, то одна рассматривается как родоначальная структура, а другая(ие) как заместитель(ли). При выборе самой старшей

родоначальной структуры руководствуются следующим порядком определения старшинства:

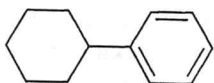
- а) наибольшее количество составляющих структуру циклов;
- б) наличие наибольшего цикла;
- в) высшая степень ненасыщенности;
- г) наличие тривиального названия (см. табл. 1, с. 16).



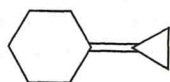
4-циклопентил-4'-циклопропилбифенил



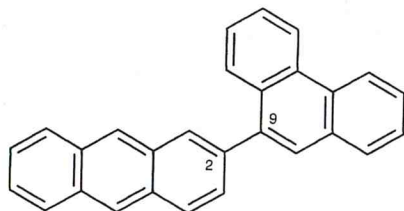
6-(2-нафтил)азулен



циклогексилбензол

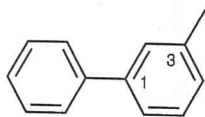


циклопропилиденоциклогексан

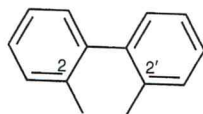
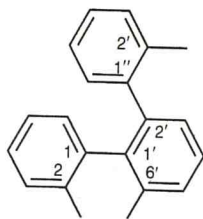


2-(9-фенантрин)антрацен

Названия заместителей, получаемые из рассмотренных в этой главе циклических систем, образуют обычным способом:

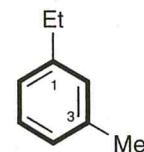


бифенил-3-ил

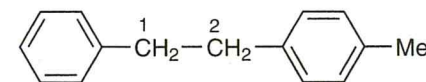
2,2'-бифенилилен
бифенил-2,2'-диил1,1':2',1''-терфенил-
2,6',2''-триил

1.2.1.2.5. Циклические углеводороды с боковыми цепями

В принципе углеводороды, содержащие одновременно циклы и цепи, можно рассматривать как циклические системы с ацильными заместителями, или как углеводородную цепь с циклическим заместителем. В химии интуитивно отдается предпочтение основной структуре с максимально возможным количеством заместителей и меньший фрагмент рассматривается как заместитель в большем; однако в 1972 г. в Chem. Abstr. было однозначно заявлено: **циклы всегда старше цепей!**



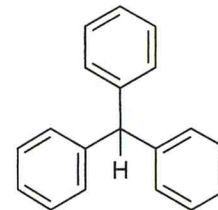
1-этил-3-метилбензол



1-фенил-2-(4-толил)этан

Chem. Abstr.:

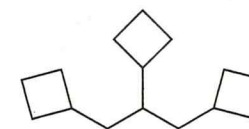
1-метил-4-(2-фенилэтил)бензол



трифенилметан

Chem. Abstr.:

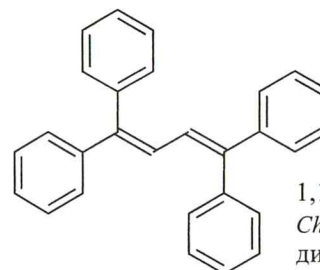
метилюдинотрисбензол



1,2,3-три(циклобутил)пропан

Chem. Abstr.:

пропан-1,2,3-триилтрисциклобутан

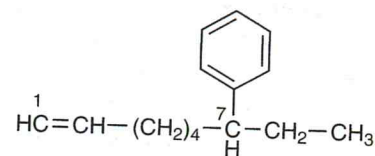


1,1,4,4-тетрафенилбута-1,3-диен

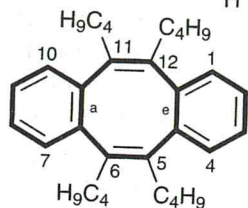
Chem. Abstr. (после 1972 г.): бута-1,3-диен-1,4-бисилиденотетракисбензол

Более соответствует правилам:

бута-1,3-диен-1,1,4,4-тетраилтетракисбензол

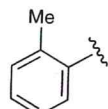


7-фенилнонен
Chem. Abstr.:
(1-этилгепт-6-енил)бензол

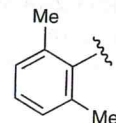


5,6,11,12-тетрабутилдibenzo[a,e]циклооктен
(...дibenzo[a,e][8]аннулен)

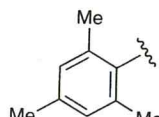
Для многих ароматических соединений этого ряда сохранены приведенные ниже тривиальные названия. Для некоторых приведены также названия соответствующих функциональных групп.



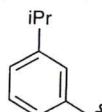
толуол
орто-(или 2-)-
-толил



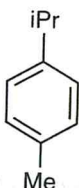
мета-ксилол
2,6-ксилил



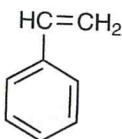
мезитилен
мезитил



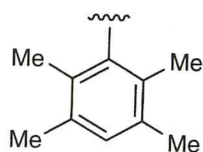
кумол
мета-кум(ен)ил



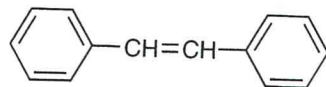
пара-кумол



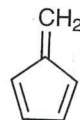
стирол



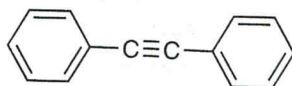
дурол
дурил



стильбен

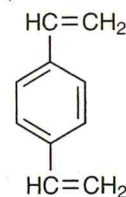


фульвен

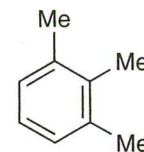


толан

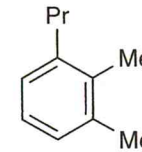
Если в соединении с тривиальным названием имеются дополнительные заместители, то эти структуры рассматривают как замещенные бензолы.



1,4-дивинилбензол
или пара-
дивинилбензол,
но не
пара-винилстирол

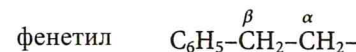


1,2,3-триметилбензол,
но не метилксилол
или диметилтолуол



1,2-диметил-3-
пропилбензол,
но не 3-пропил-
орто-ксилол

Кроме обычно используемых тривиальных названий сохранились также названия некоторых аренов с боковыми цепями.



Названия поливалентных групп образуются, как обычно.



(Традиционное название: бензаль)

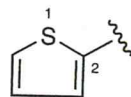
1.2.2. Гетероциклические соединения

1.2.2.1. Тривиальные названия

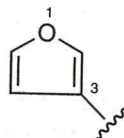
Особенно сложную номенклатуру имеют гетероциклические соединения; этому две причины. Во-первых, система IUPAC основана на двух альтернативных системах номенклатуры, которые не имеют очень четких границ как в The Ring Index, так и в Chem. Abstr. Во-вторых, для гетероциклических соединений сохранилось гораздо больше тривиальных названий, чем у других соединений. В табл. 2 и 3 приведены примеры тривиальных названий гетероциклических систем, в частности названия структур, широко используемых в качестве родоначальных для более сложных конденсированных систем.

Таблица 2. Наиболее важные гетероциклические соединения, у которых сохранились тривиальные названия^a

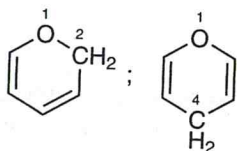
Тиофен (тиенил).
Аналогично:
селенофен, теллурофен



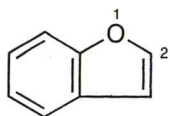
Фуран (3-фурил)



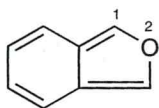
2Н-Пиран; 4Н-пиран.
Аналогично:
тиопиран и т. д.



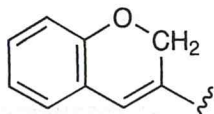
Бензофуран.
Современное название:
1-бензофуран



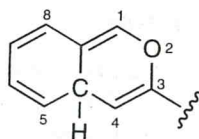
Изобензофуран.
Современное название:
2-бензофуран.



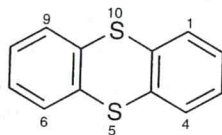
2Н-Хроман
(2Н-хроман-3-ил).
Аналогично:
тиохроман.



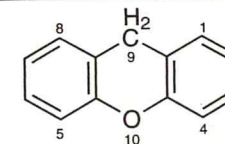
4аН-Изохроман
(4аН-изохроман-3-ил).
Аналогично:
изотioxроман и т.д.



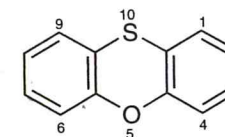
Тиантрен
Аналогично:
оксантрен,
фосфантрен,
борантрен,
силантрен и т. д.

**Таблица 2 (продолжение)**

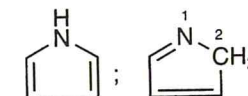
Ксантен^b
Аналогично:
тиоксантен и т. д.



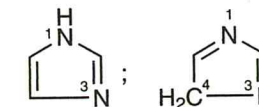
Феноксантин
Аналогично:
феноксаселенин и т. д.,
феноксафосфин и т. д.



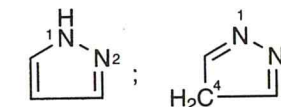
Пиррол; 2Н-пиррол



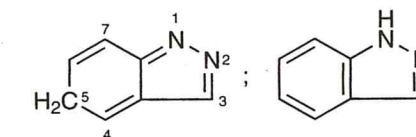
Имидазол; 4Н-имидазол



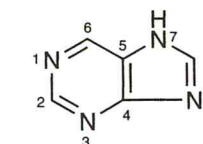
Пиразол; 4Н-пиразол



5Н-Индазол; индазол



Пурин^b



Пиридин
(4-пириди́л)

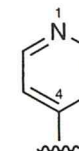
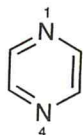
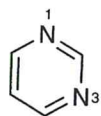


Таблица 2 (продолжение)

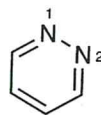
Пиразин



Пиримидин



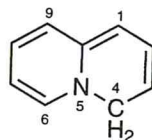
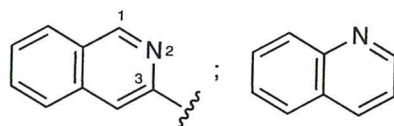
Пиридазин



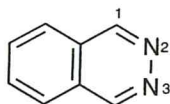
4Н-Хинолизин

Аналогично:

фосфинолизин и т. д.

Изохинолин
(3-изохинолил),
хинолин

Фталазин



1,8-Нафтиридин

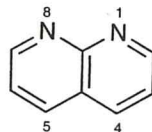
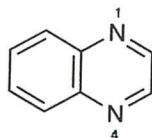
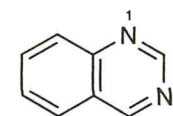
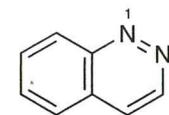
Хиноксалин^а

Таблица 2 (продолжение)

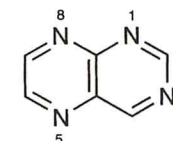
Хиназолин



Циннолин



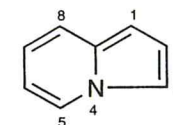
Птеридин



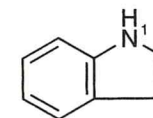
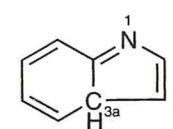
Индолизин.

Аналогично:

фосфиндолизин и т. д.



3аН-Индол; индол



3аН-Изоиндол; изоиндол

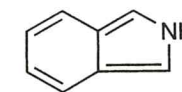
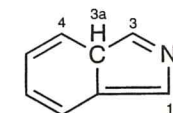
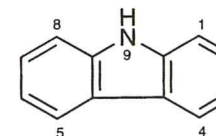
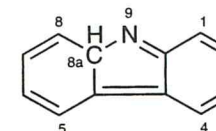
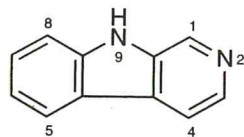
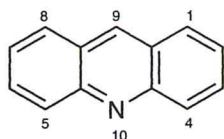
Карбазол^б8аН-Карбазол^б

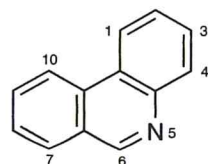
Таблица 2 (продолжение)

 β -Карболин

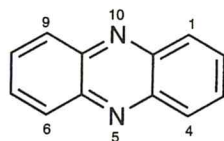
Акридин.
Также:
акридофосфин,
акридарсин
(систематич.
нумерация)



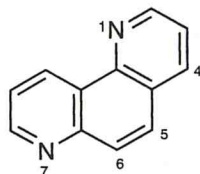
Фенантридин



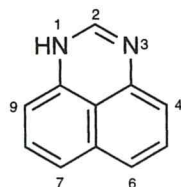
Феназин



1,7-Фенантрилин



Перимидин



Фенарсазин.
Аналогично:
фенофосфазин и т. д.

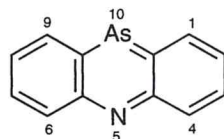
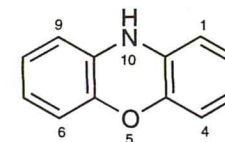
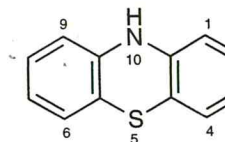


Таблица 2 (окончание)

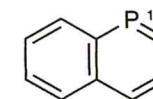
Феноксазин



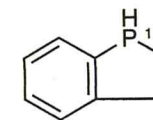
Фенотиазин.
Аналогично:
феноселеназин и т. д.



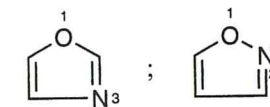
Фосфинолин.
Также: арсинолин,
изофосфинолин и т. д.



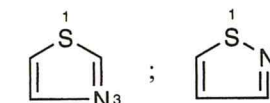
Фосфиндол.
Также:
изофосфиндол и т. д.



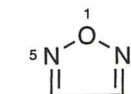
Оксазол; изоксазол.
Новые названия:
1,3- и 1,2-оксазол



Тиазол; изотиазол.
Новые названия:
1,3- и 1,2-тиазол

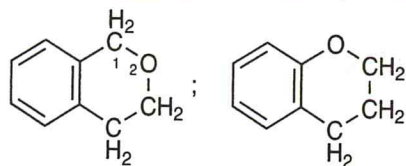
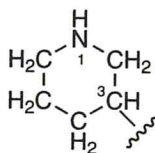


Фуразан

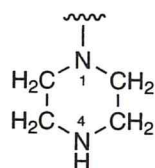
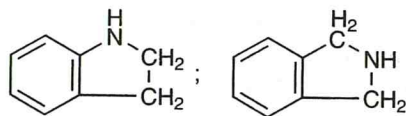


^a Другие тривиальные названия, которые, возможно, сохранятся, можно найти в The Ring Index и в указателях Chem. Abstr.

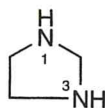
^b Исключение из правил систематической нумерации.

Таблица 3. Тривиальные названия гидрированных гетероциклических соединенийИзохроман;
хроманПиперидин
(3-пиперидил)^a

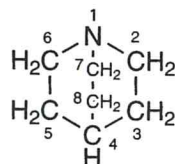
Пирролидин

Пиперазин
(пиперазин-1-ил)Индолин;
изоиндолин

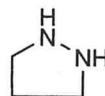
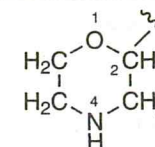
Имидазолидин



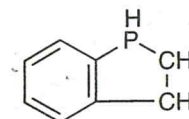
Хинуклидин



Пиразолидин

**Таблица 3 (окончание)**Морфолин
(морфолин-2-ил)^b

Фосфининдолин

^a 1-пиперидил = пиперидино.^b 4-морфолинил = морфолино.

Как правило, названия соответствующих заместителей образуют, добавляя к названию гетероцикла суффикс ...**ил**. Отдельно отмечены исключения. Нумерацию обычно проводят так же, как для родственных углеводородов; если после выполнения всех действий все еще остается выбор, то гетероатомам присваивают наименьшие локанты. В отличие от насыщенных углеводородов гетероатомы в положениях конденсации (т. е. принадлежащие двум или более циклам) также нумеруются последовательно (но не буквами а, b, с и т. д.). Более подробно см. разд. 1.2.2.4.

Использование тривиальных названий из табл. 3 рекомендуется только для перечисленных соединений и для образования названий спирапов, но не конденсированных систем.

Гетероциклические соединения с одним циклом, не имеющие тривиальных названий, можно называть двумя различными способами. Следует помнить, что принципы, в соответствии с которыми выбирают тот или иной способ составления названий соединений, иногда не совсем очевидны.

1.2.2.2. Заменительная номенклатура («а»-номенклатура)

Наиболее простым способом составления названий гетероциклических соединений является заменительная номенклатура, известная как «а»-номенклатура. Согласно ее принципам, к названию соответствующего углеводорода добавляют в виде приставки «а»-обозначение, которое идентифицирует имеющийся

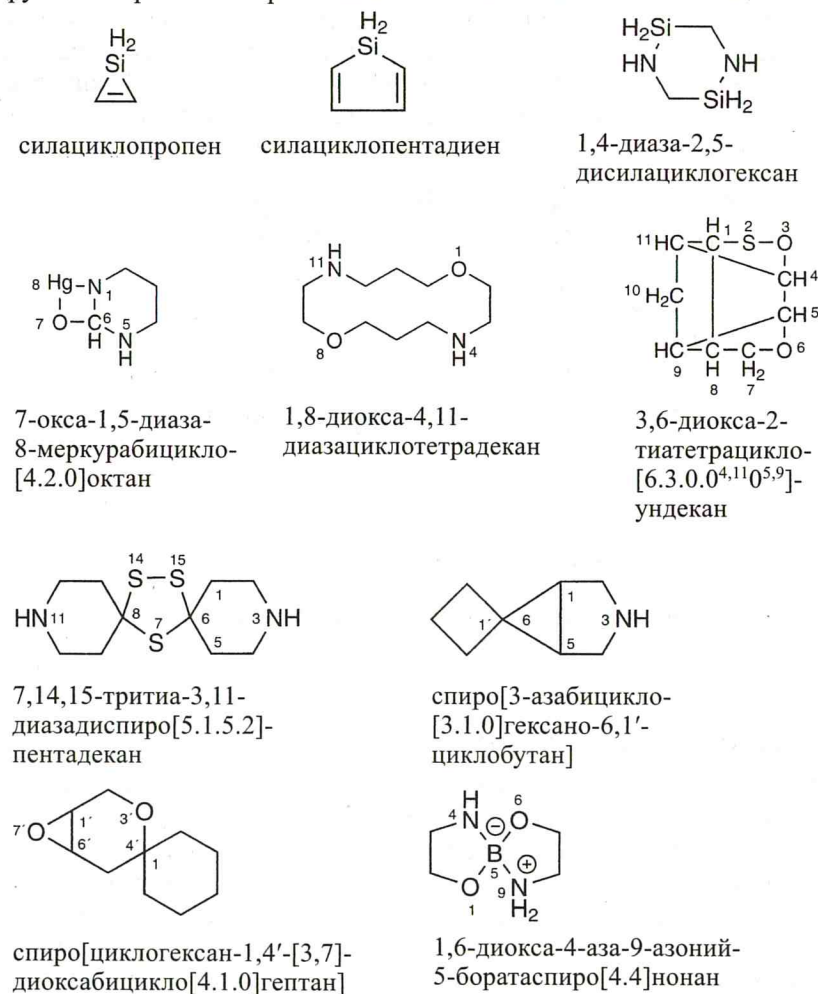
гетероатом. В табл. 4 приведены в порядке уменьшения старшинства «а»-обозначения для гетероатомов, наиболее часто встречающихся в гетероциклических соединениях. Приведен также ряд замещающих названий ионов, которые можно легко обобщить и связать с названиями соответствующих нейтральных соединений. Валентности, отличные от стандартных (приведенных в табл. 4), должны быть обозначены греческой буквой λ с указанием нестандартного числа связей n в виде надстрочного индекса, то есть символом λ^n (индекс $n = 1$ не указывается, а подразумевается).

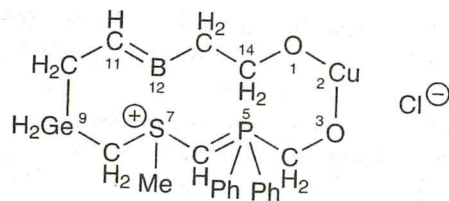
Таблица 4. «а»-Обозначения гетероатомов (неполный список) в порядке уменьшения старшинства^a

Элемент	«а»-Обозначение	Элемент	«а»-Обозначение
$\text{—}\ddot{\text{I}}\text{—}$, $\text{—}\ddot{\text{I}}^{\oplus}\text{—}$	λ -Иода, иодоний	$\text{—}\ddot{\text{Bi}}\text{—}$, $\text{—}\ddot{\text{Bi}}^{\oplus}\text{—}$	Висма, висмутоний
$\text{—}\ddot{\text{O}}\text{—}$, $\text{—}\ddot{\text{O}}^{\oplus}\text{—}$	Окса, оксоний	$\text{—}\text{Si—}$	Сила
$\text{—}\ddot{\text{S}}\text{—}$, $\text{—}\ddot{\text{S}}^{\oplus}\text{—}$	Тиа, тионий	$\text{—}\text{Ge—}$	Герма
$\text{—}\ddot{\text{Se}}\text{—}$, $\text{—}\ddot{\text{Se}}^{\oplus}\text{—}$	Селена, селений	$\text{—}\text{Sn—}$	Станна
$\text{—}\ddot{\text{Te}}\text{—}$, $\text{—}\ddot{\text{Te}}^{\oplus}\text{—}$	Теллура, теллурий	$\text{—}\text{Pb—}$	Плюмба
$\text{—}\ddot{\text{N}}\text{—}$, $\text{—}\ddot{\text{N}}^{\oplus}\text{—}$	Аза, азоний	$\text{—}\text{B—}$, $\text{—}\text{B}^{\ominus}\text{—}$	Бора, борат (систематическое название: боранийда)
$\text{—}\text{N}^{\oplus}\text{—}$, $\text{—}\text{N}^{\ominus}\text{—}$	Азанилия, азанида	$\text{—}\text{B}^{\oplus}\text{—}$	Бораний
$\text{—}\ddot{\text{P}}\text{—}$, $\text{—}\ddot{\text{P}}^{\oplus}\text{—}$	Фосфа, фосфоний	$\text{—}\text{Al—}$	Алюмина
$\text{—}\ddot{\text{As}}\text{—}$, $\text{—}\ddot{\text{As}}^{\oplus}\text{—}$	Арса, арсоний	$\text{—}\text{Zn—}$	Цинка
$\text{—}\ddot{\text{Sb}}\text{—}$, $\text{—}\ddot{\text{Sb}}^{\oplus}\text{—}$	Стиба, стибоний	$\text{—}\text{Hg—}$	Меркура

^a Полный список «а»-обозначений содержится в приложении (табл. 20).

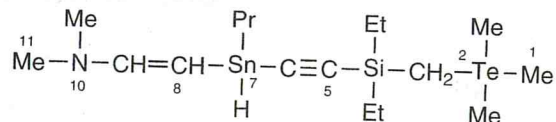
Этот подход используется последовательно только для гетероциклических систем с числом звеньев более 10, а также простых (неконденсированных) мостиковых и спиранных гетероциклов. Для меньших гетероциклических систем и даже для полностью насыщенных соединений используют систему **Ганча–Видмана** (см. следующую главу). И только в случае кремнийсодержащих соединений в Chem. Abstr. необъяснимо используются исключительно названия в замещающей номенклатуре! Если соединение содержит более одного гетероатома, то старшинство отдается атому, расположенному ниже всех в группе Периодической системы, имеющей наиболее высокий номер; затем другим гетероатомам присваивают низшие возможные локанты.



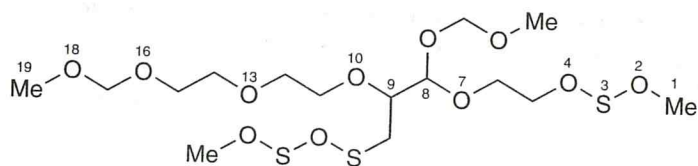


7-метил-5,5-дифенил-1,3-диокса-7-тионий-5λ⁵-фосфа-9-герма-12-бора-2-купрациклотетрадека-5,11-диенхлорид

В случае ациклических систем **заменительная номенклатура**, по сравнению с другими номенклатурными системами, особенно удобна для более длинных цепей, содержащих, по крайней мере, четыре гетероатома. Их нумеруют так, чтобы все гетероатомы получили наименьшие возможные локанты в соответствии с их старшинством. Только потом рассматривают кратные связи и присваивают им наименьшие возможные локанты.



4,4-диэтил-2,2,10-триметил-7-пропил-2λ⁴-теллура-10-аза-4-сила-7-станнаундек-8-ен-5-ин



8-(метоксиметокси)-9-(3,5-диокса-2,4-дитиагексил)-2,4,7,10,13,16,18-гептаокса-3-тианонадекан

1.2.2.3. Система Ганча–Видмана

Для составления названий гетероциклических соединений с числом атомов в цикле до десяти обычно используют расширенную систему Ганча–Видмана. В этом случае «а»-обозначение гетероатома из табл. 4 объединяют (опуская конечную букву «а») с термином из табл. 5, который указывает на размер цикла и степень насыщенности. (В данном случае под ненасыщенностью подразумевают максимальное число некумулятированных двойных связей – манкьюд).

Таблица 5. Обозначения величины цикла и степени насыщенности гетероциклов по системе Ганча–Видмана (А: O, S, Se, Te, Bi, Hg; В: N, Si, Ge, Sn, Pb; С: B, F, Cl, Br, I, P, As, Sb)

Размер цикла	Ненасыщенные ^а	Насыщенные ^б	Размер цикла	Ненасыщенные ^а	Насыщенные ^б
3	ирен ^с	иран ^с	7	епин	епан
4	ет	етан ^с	8	оцин	окан
5	ол	олан ^с	9	онин	онан
6A	ин	ан	10	ecin	екан
6B	ин	инан			
6C	инин	инан			

^а Имеется, по крайней мере, одна двойная связь и максимальное число некумулятированных двойных связей.

^б Нет двойных связей или невозможно их присутствие.

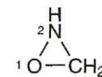
^с Для циклов, содержащих только азот, можно использовать традиционное окончание «ирин».

^д Для азотсодержащих циклов все же предпочтительны традиционные окончания «иридин», «етидин» и «олидин».

Нумерацию гетероатомов проводят в соответствии с таблицей «а»-обозначений таким образом, чтобы самый старший гетероатом получил локант 1; только после этого все другие гетероатомы получают наименьшие возможные локанты (но см. с. 65).



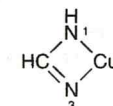
2H-азирин
2H-азирен



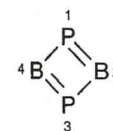
оксазиридин
оксазиран



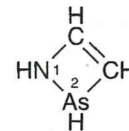
оксатиа-
фосфиран



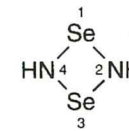
1H-1,3,2-
диазакупрет



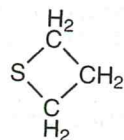
1,3,2,4-дифосфа-
диборет



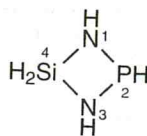
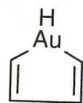
1,2-дигидро-
1,2-азарсет



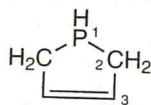
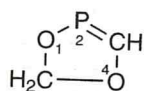
1,3,2,4-диселенадизетидин
1,3,2,4-диселенадизетан



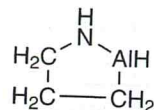
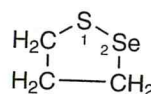
тиетан

1,3,2,4-диазафос-
фасилетидин
1,3,2,4-диазафос-
фасилетан

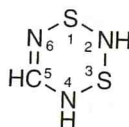
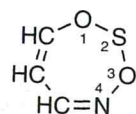
1H-аурол

2,5-дигидро-
1H-фосфол

1,4,2-диоксафосфол

1,2-азалюминолидин
1,2-азалюминолан λ^3 -йодинин

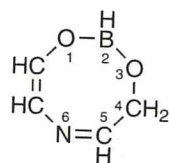
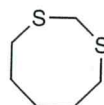
1,2-тиаселенолан

фосфинин
Пржнее название:
фосфорин4H-1,3,2,4,6-
дитиатриазин

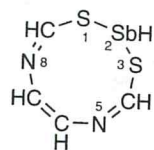
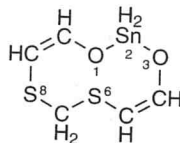
1,3,2,4-диоксатиазепин



оксепан

4H-1,3,6,2-
диоксазабороцин

1,3-дитиокан

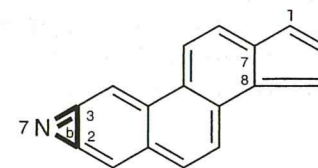
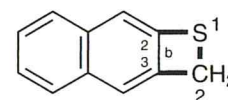
1,3,5,8,2-дитиadiaза-
стибонин1,3,6,8,2-диокса-
дитастаннецин

1.2.2.4. Конденсированные гетероциклические системы

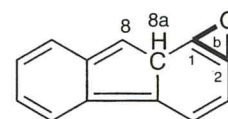
Если нельзя использовать сохранившиеся тривиальные названия, то для конденсированных гетероциклических систем используют систему Ганча–Видмана.

При конденсировании компонентов следуют схеме, установленной для соответствующих углеводородов, при этом необходимо соблюдать сложные правила старшинства при выборе родоначальной структуры. Сохранены следующие традиционные сокращения: **фуоро**, **имидазо**, **(изо)хино**, **пиримидо**, **тиено**.

а) При определении основного компонента **любая гетероциклическая система** имеет преимущество перед карбоциклической, даже если последняя больше.

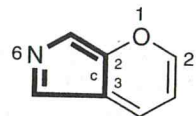
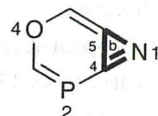
циклопента[7,8]фенантро[2,3-*b*]-
азириин2H-нафто[2,3-*b*]тиет

Это правило иногда не соблюдается в системах Chem. Abstr. и в The Ring Index (R. I.) для кислородсодержащих трехчленных циклов!

Правильно: 8aH-флуорено[1,2-*b*]оксирин
Chem. Abstr.: 1,2-эпокси-8aH-флуорен
R. I.: 8aH-оксирено[*a*]флуорен

Родственные тиатрипроизводные называются **эпитио**...-соединениями в обоих справочниках.

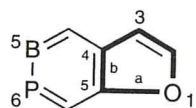
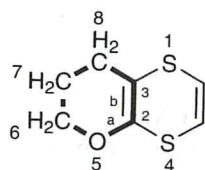
- б) Предпочтение отдается **компоненту, содержащему азот** (благодаря большому значению и огромному количеству азотистых гетероциклов).

пирано[2,3-*c*]пиррол[1,3]оксафосфинин[4,5-*b*]азирин

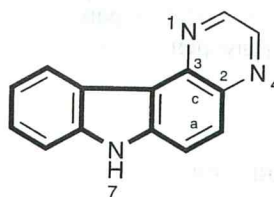
Пржнее название:

[1,3]оксафосфорино[4,5-*b*]азирин

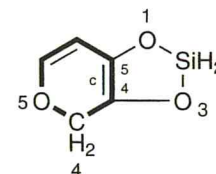
- в) Если нет азотсодержащего цикла, старшинство отдают тому компоненту, который содержит, по крайней мере, один **старший элемент** в соответствии с таблицей «а»-обозначений (независимо от величины цикла и количества других гетероатомов).

[1,2]фосфаборинино[5,4-*b*]фуран7,8-дигидро-6Н-[1,4]дитиино[2,3-*b*]пиран

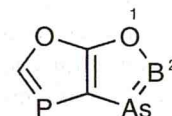
- г) Если определить основной компонент все еще невозможно, то предпочтение отдается компоненту (с тривиальным названием), содержащему **большее число циклов**.

7Н-пиразино[2,3-*c*]карбазол,
а не 7Н-индоло[3,2-*f*]хиноксалин

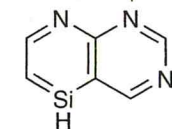
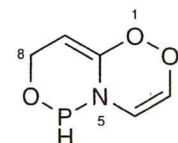
- д) При определении старшинства необходимо учитывать **размер цикла**. Если самый старший элемент содержится и в большем, и в меньшем цикле, то предпочтение отдается большему циклу независимо от природы и числа других имеющихся гетероатомов (за исключением азота, см. пункт б).

4Н-[1,3,2]диоксасилоло[4,5-*c*]пиран

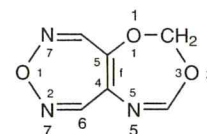
- е) Если выбор названия неоднозначен, то решающим фактором становится **больший номер** (любого) **гетероэлемента**.

[1,3]оксафосфоло[4,5-*d*]оксарсаборол

- ж) Если критерия «е» недостаточно, то решающим становится **большее разнообразие гетероатомов** в соответствии с «а»-обозначениями из табл. 4 (с. 56).

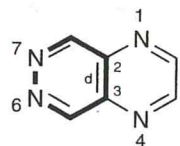
пиримидо[4,5-*b*][1,4]азасилин6Н,8Н-[1,2,4]диоксазино[4,3-*c*]-
[1,3,2]оксафосфинин

- з) Далее следует учитывать **наибольшее число старших атомов** в соответствии с табл. 4 и 20.

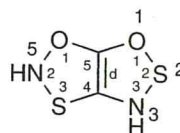
[1,2,7]оксadiaзепино[4,5-*f*]-
[1,3,5]диоксазепин

- и) Если все указанные критерии не позволили составить название, то предпочтение отдается компоненту, гетероатомы которого, рас-

положенные до конденсирующей связи, имеют **наименьшие номера и/или буквенные обозначения**.

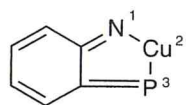


пиразино[2,3-*d*]пиридазин

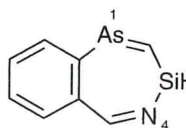


3H,5H-[1,3,2]оксатиазоло[4,5-*d*]-
[1,2,3]оксатиазол

Приведенные выше примеры ясно показывают, что общие принципы построения названий гетероциклических систем методом конденсирования полностью соответствует правилам для аналогичных карбоциклических систем. Для систем с двумя циклами, содержащих бензольный фрагмент, в Chem. Abstr. и The Ring Index строго применяют особое правило, которое обозначено всего лишь как второстепенное в правилах IUPAC. В данном варианте в соответствии с правилами нумерации, изложенными ниже, номера присваивают только гетероатомам, но не положениям конденсирования. Составленные по такому принципу названия можно использовать в качестве названий (родоначальных) компонентов более сложных конденсированных систем.

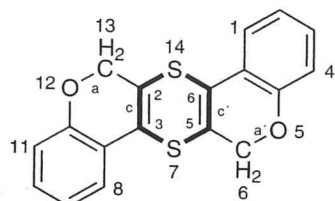


[1,3,2]бензоазафосфакупрол,
а не бензо[*d*][1,3,2]азафосфакупрол

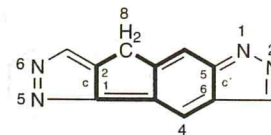


3H-[4,1,3]бензоазарсасилепин,
а не 3H-бензо[*e*][1,4,2]азарсасилепин

Если основная система сконденсирована с двумя (или более) одинаковыми периферическими старшими компонентами, то название составляют как показано ниже.



6H,13H-[1,4]дитиино[2,3-*c*:5,6-*c'*]бис[1]бензопиран



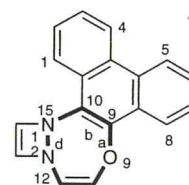
8H-индено[1,2-*c*:5,6-*c'*]дипиразол

При окончательной нумерации периферии конденсированных гетероциклических систем следует прежде всего обратить внимание на общие правила ориентации, детализированные для соответствующих карбоциклов (с. 26). Если этого недостаточно, то выбирают ориентацию, которая позволяет последовательно присвоить наименьшие локанты следующим позициям:

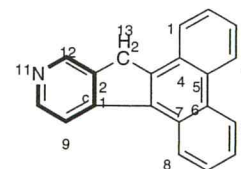
- гетероатомам в совокупности (но см. с. 59);
- гетероатомам в соответствии со старшинством «а»-обозначений (табл. 4 и 20);
- атомам углерода, общим для двух или более циклов;
- гетероатомам одного сорта, которые не находятся в положениях конденсирования;
- внутренний гетероатом должен быть расположен ближе всего к положению конденсирования с наименьшим локантом;
- обозначенным водородам.

Следует отметить еще раз, что гетероатомы в положениях конденсирования нумеруют последовательно (цифры не выделяют курсивом) и указывают в названиях обоих сконденсированных компонентов (в квадратных скобках).

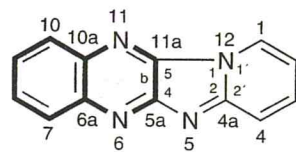
Следующие более сложные примеры иллюстрируют и помогают понять метод конденсирования и принципы нумерации.



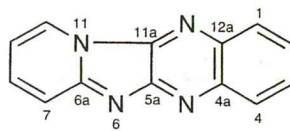
[1,2]диазето[1,2-*d*]фенантро[9,10-*b*][1,4,5]оксадиазепин



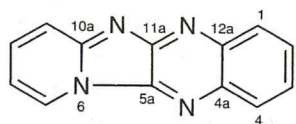
13H-дibenzo[4,5:6,7]индено[2,1-*c*]пиридин



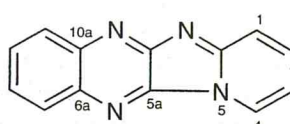
правильно



неправильно



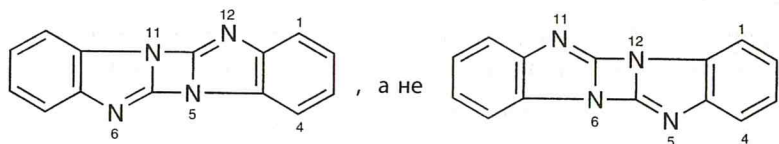
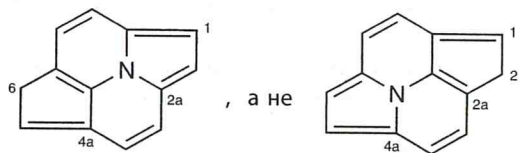
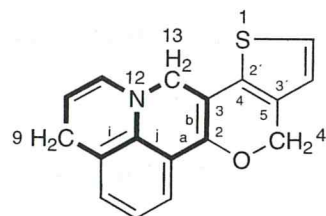
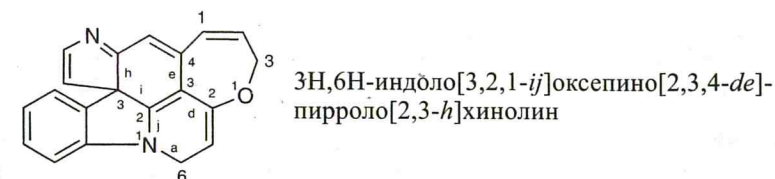
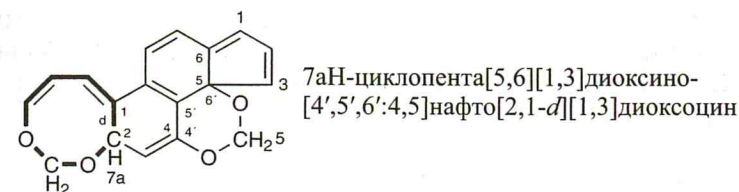
правильно



неправильно

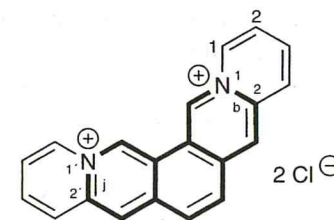
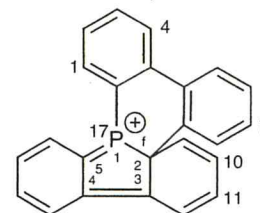
пиридо[1',2':1,2]имидазо[4,5-*b*]хиноксалин

В приведенном выше примере нумерация атомов азота всегда одинаковая; атомам, находящимся в положениях конденсирования, локанты присваиваются в следующем порядке: 4а, 5а, 6а, 10а... < 4а, 5а, 10а... < 5а... (пункт в).

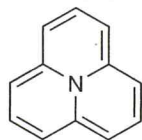
[1,3]диазето[1,2- α :3,4- α']ди(бензимидазол) (пункт г)6Н-циклопента[*de*]пирроло[2,5-*ij*]хинолизин (пункт д)4Н,9Н,13Н-бензо[*ij*]тиено[2',3':4,5]пирано[2,3-*b*]хинолизин

Действительно, в приведенном выше примере **карбазол** должен быть самым старшим основным компонентом; но в этом случае один из компонентов (**оксепин**) должен был бы быть сконденсированным одновременно с родоначальной структурой и с одним из добавленных компонентов (**пиридином**); поэтому в качестве старшей берется вторая возможная структура (**хинолин**).

В названиях катионных систем используют окончания **-ий**, **-дий** и т. д. (см. с. 104).

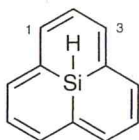
дипирроло[1,2-*b*:2',1'-*j*][2,9]фенантролиндийдихлориддобензо[2,3:4,5]фосфоло[1,2-*f*]фосфантридиний

Если же для составления названий некоторых конденсированных гетероциклических систем метод конденсирования совершенно не применим, то используют **заменительную номенклатуру**.

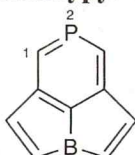


пиридо[2,1,6-*de*]-
хинолизин

но:

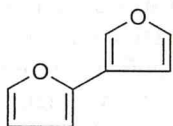


9bH-9b-сила-
фенален

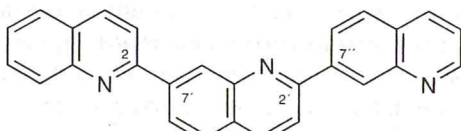


2-фосфа-5а-бора-
циклопента[*cd*]инден

Названия соединений, состоящих из (одинаковых) гетероциклов, связанных простыми связями, строятся так же, как в случае родственных карбоциклов.

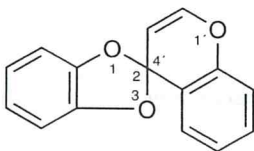


2,3'-бифурил
или 2,3'-бифуран

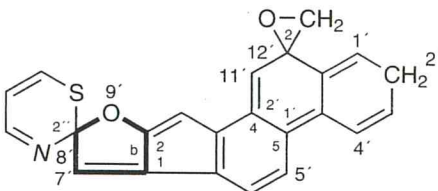


2,7':2'7''-терхинолин

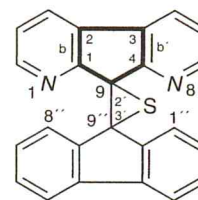
Названия **конденсированных гетероциклических спиро**систем строятся таким же способом, как их карбоциклических аналогов, после того, как их компоненты будут организованы в соответствии с приведенными правилами (алфавитный порядок!).



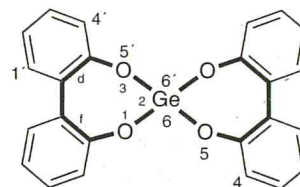
спиро[1,3-бензодиоксол-2,4'-[1]бензопиран]



2'Н-диспиро[оксиран-2,12'-нафто[2',1':4,5]индено[2,1-*b*]-
фуран-8',2''-[1,3]тиазин]



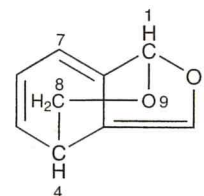
диспиро[циклопента[1,2-*b*:4,3-*b'*]дипиридин-
9,2'-тиран-3',9''-флуорен]



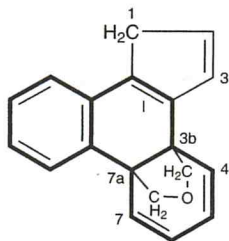
6,6'-спироби[дibenzo[*d,f*][1,3,2]-
диоксагермепин]

Конденсированные гетероциклические системы с **дополнительными углеводородными мостиками** рассматривают так же, как их карбоциклические аналоги. Если в таких соединениях встречаются **гетеромостики**, то их называют, добавляя к названию сложные приставки следующим образом: за первым термином **эп(и)** следует название гетероатома в соответствии с таблицей «а»-обозначений с изменением окончания «а» на «о» (которое опускают, когда за нам следует гласная). В однозначных случаях эп(и) можно опустить. (Однако в справочнике **Бельштейна** всегда используют эту приставку, если это не выходит за рамки общих систематических форматов, как показано в следующих примерах.)

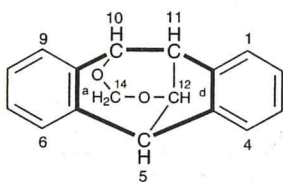
- N=N-NH- азинино (новое название триаз[1]ено), -N=N- азо (дiazено),
- NH-NH- биимино (дiazано)
- NH- имино (эпиимино, эпиазано), -N= нитрило (азено), -N< аза-нитрил и т. д., -PH- фосфано и т. д., -SiH- силано и т. д.
- O-, -S- эпокси, эпитио (но -SH- λ⁴-сульфано и т. д.); -S-S- эпитидио
- O-S- эпокситио; -S-O-NH- эпитиоксимино
- Se-O-Te- эписеленоксителлуро
- O-(CH₂)_n- эпоксиалкано; -O-(CH₂)_n-S- эпоксиалканотио
- S-(CH₂)_n-N= эпитиоалканонитрило
- (CH₂)_n-O-(CH₂)_n- алканоксиалкано



1,4-дигидро-1,4-(эпоксиметано)изобензофуран
Бельштейн: ...оксаэтан...

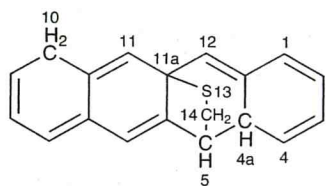


3b,7a-(метанооксиметано)-1H-
циклопента[1]фенантрен
Бельштейн: ...[2]оксапропано...

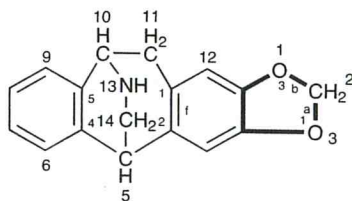


Chem. Abstr.: 10,11-дигидро-10,5,11-
(эпоксиметанооксиметено)-5H-
дибензо[а, d]циклогептен

Для приведенного выше сложного мостика в справочнике Бельштейна используют название по заместительной номенклатуре: [1,3]диоксабутан-1,4,4-триил; в современных правилах IUPAC рекомендуют название эпоксиметанооксиметантриил.

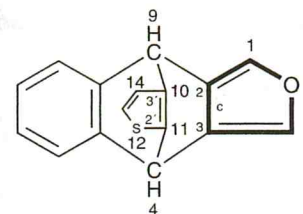


4a,5-дигидро-11a,5-
(эптиометано)-10H-нафтацен
(новое название: ...тетрацен)
Бельштейн: ...[тиазано]....

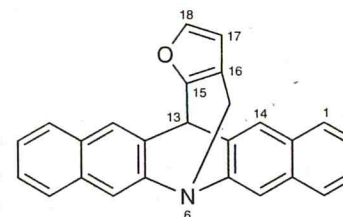


10,11-дигидро-10,5-(иминометано)-
5H-бензо[4,5]-циклогепта[1,2-f]
[1,3]бензодиоксол
Бельштейн: ...[азаэтано]...

Если гетероциклические системы появляются в виде мостиков, то их рассматривают так же, как аналогичные карбоциклические мостики.



4,9-дигидро-4,9-[2',3']тиофено-
нафто[2,3-с]фуран



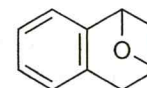
13H-13,6-[2,3]фуранометано-
дibenzo[б, i]акридин

Если заместительную номенклатуру применяют для конденсированного ансамбля, над которым располагается мостиковая система, то для мостиков используют ту же номенклатуру.

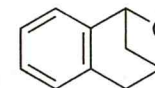


5,7-дигидро-4H-10-окса-9-тиа-1,8bλ-дифосфа-
7,8b:4,8b-диметаноциклопента[de]нафталин

При выборе родоначальных структур для мостиковых систем особое внимание надо обращать на действительно серьезное несоответствие между современными рекомендациями IUPAC и практикой Chem. Abstr.: в соответствии с правилами IUPAC основной компонент должен содержать **наименьшее** число **гетероатомов**, в то время как в Chem. Abstr. отдают предпочтение **наибольшему** числу гетероатомов.



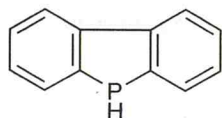
IUPAC: 1,2,3,4-тетрагидро-
1,3-эпоксинафталин



Chem. Abstr.: 3,4-дигидро-1,3-
метано-1H-2-бензопиран

Заканчивая этот раздел, обратим внимание на другие несоответствия, встречающиеся в указателях Chem. Abstr. До 1981 г. часто упоминаемая фосафлуореновая система обозначалась как 5H-дibenзофосфол; но по IUPAC начиная с 1982 г. в соответствии с (полу)тривиальным названием фосфиндола (в табл. 2) это соеди-

нение официально называется 5Н-бензо[*b*]фосфиндол, хотя первое название все еще иногда используется.



до 1981 г.: 5Н-добензофосфол

Согласно номенклатуре IUPAC с 1982 г.:

5Н-бензо[*b*]фосфиндол

1.3. Номенклатура циклофанов

1.3.1. Циклофаны

Сложные полициклические системы, в которых циклические и цепочечные фрагменты соединены регулярно или нерегулярно с образованием новой **суперциклической системы**, обычно называют циклофанами. В принципе все эти суперциклы можно рассматривать как мостиковые полициклические системы и называть их, используя существующие правила, что обычно делают в **Chem. Abstr.** Для простых примеров достаточно фундаментальных правил Байера (см. с. 29); иногда, где возможно, находит применение номенклатура на основе конденсированных полициклов (см. с. 14); мостиковые фрагменты учитывают дополнительно.

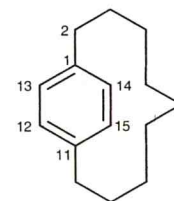
Даже для очень близкородственных соединений такие процедуры часто приводят к совершенно различным названиям и — что наиболее пагубно — во многих случаях к полному исчезновению характерных циклических подклассов (в основном [хет]аренов). Было сделано много попыток создать единообразную систему номенклатуры для циклофанов, наиболее различающихся по строению. Однако ни одна из них не оказалась полностью убедительной. На основании этих попыток **комиссия IUPAC по номенклатуре органических соединений (CNOC)** разработала очень простой и легко используемый подход для построения названий различных циклофанов. Здесь приведены наиболее важные особенности этой системы.

Новая система по существу является своеобразной адаптацией заменительной номенклатуры: циклические фрагменты циклофана рассматривают как индивидуальные **суператомы**, которые при этом считаются эквивалентными другим атомам цикла и последовательно нумеруются, как они. В окончательном общем названии эти суператомы называются **арена**, **циклоалкана** и другими заменительными терминами, которые вставляют в название в соответствии с порядком, принятым для конденсированных систем. Существует шесть основных критериев выбора старшей системы, которые необходимо рассматривать в следующей последовательности:

- а) гетероциклы всегда старше карбоциклов;
- б) циклическая система с большим числом циклов имеет преимущество;
- в) старшинство гетероатома определяется в соответствии с порядком, приведенным в таблице «а»-обозначений;
- г) циклическая система с наибольшим индивидуальным циклом;
- д) циклическая система с большим числом гетероатомов любого типа имеет преимущество;
- е) преимущество имеет наименее гидрированная система.

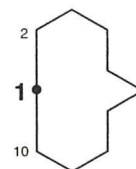
При составлении названия циклофана цифровые локанты и локанты положений присоединения (в круглых скобках) помещают перед названием **цикла**. Тип циклофана обозначают сложным термином в конце полного названия соединения. Этот термин состоит из морфем **цикло** и **фан**, содержащих между собой, обозначение числа членов суперцикла. В окончательной нумерации самые старшие суператомы обозначены наименьшими возможными локантами в соответствии с предварительно определенной схемой нумерации.

В следующих примерах сначала дается название **полициклической** системы в соответствии с общими правилами, а затем названия, образованные в соответствии с новой системой IUPAC от названия объединенного **суперграфа**. Для лучшего понимания основные скелеты, где возможно, изображены жирной линией. Приведены также используемые тривиальные или традиционные названия.

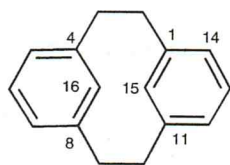


Chem. Abstr.:

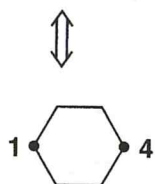
бицикло[9.2.2]пентадека-1(13),11,14-триен



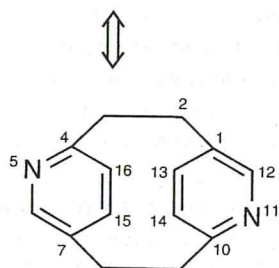
IUPAC: 1(1,4)-бензолациклодекафан



Chem. Abstr.:
трицикло[9.3.1.1^{4,8}]гексадека-
1(15),4,6,8(16),11,13-гексаен
Традиционное название:
[2.2]метациклофан

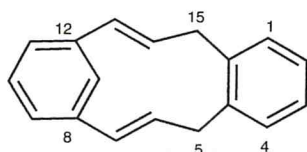


IUPAC: 1,4(1,3)-добензолациклогексафан

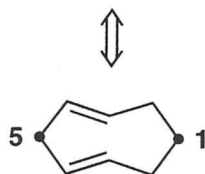


Chem. Abstr.:
5,11-дiazатрицикло[8.2.2.2^{4,7}]-
гексадека-1(12),4,6,10,13,15-гексаен

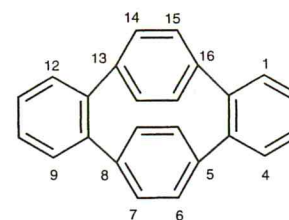
IUPAC: 1(2,5),4(5,2)-дипиридина-
циклогексафан



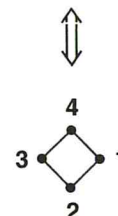
Chem. Abstr.: 5,15-дигидро-12,8-
метено-8H-бензоциклотридецен



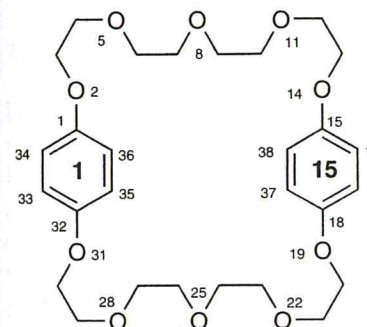
IUPAC: 1(1,2),5(1,3)-добензолацикло-
октафан-3,6-диен



Chem. Abstr.:
5,8:13,16-диэтенодибензо[*a,g*]-
циклододецен



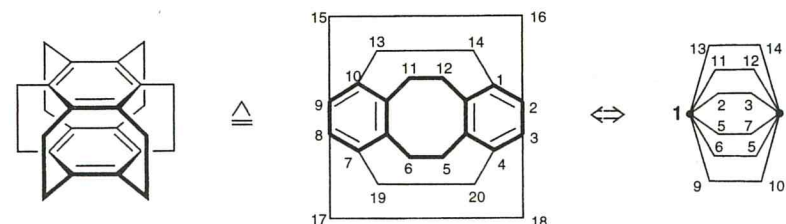
IUPAC: (1,2),2,4(1,4)-тетрабензолаци-
клотетрафан



Chem. Abstr.:
2,5,8,11,14,19,22,25,28,31-декаокса-
трицикло[30.2.2.2^{15,18}]октатриаконта-
1(34),15,17,32,35,37-гексаен

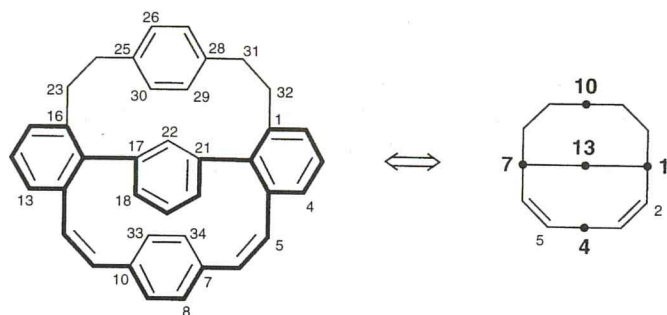
Тривиальное название:
бис(*пара*-фенилен)-[34]краун-10

IUPAC: 1,15(1,4)-добензола-
2,5,8,11,14,16,19,22,25,28-
декаоксациклооктаконтафан

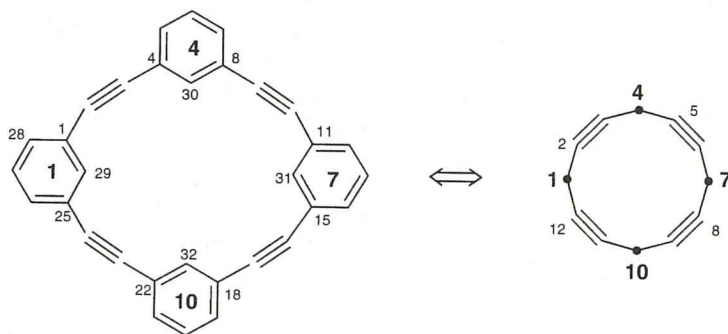


Chem. Abstr.: 5,6,11,12-тетрагидро-1,10:2,9:3,8:4,7-тетразано-
добензо[*a,e*]циклооктен

IUPAC: 1,4(1,2,3,4,5,6)-добензолапентацикло[2.2.2.2.2]-
тетрадекафан («суперфан»)

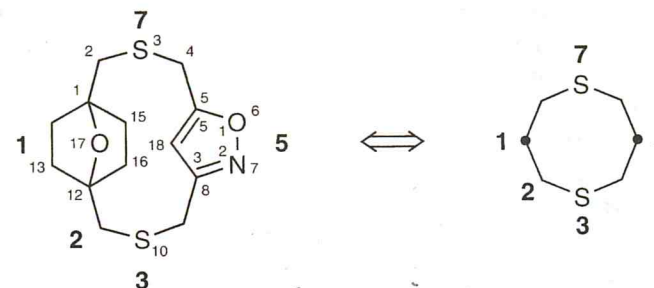


Chem. Abstr.: 1,16-(этан[1,4]бензолаэтан)-7,10-этен-21,17-метено-17Н-добензола[а, h]циклодекадецен
IUPAC: 1,7(1,2,3),4,10(1,4),13(1,3)-пентабензолабицикло[5.5.1]тридекафан-2,5-диен



Chem. Abstr.: пентацикло[23.3.1.1^{4,8}.1^{11,15}.1^{18,22}]дотриаконта-1(29),4,6,8(30),1,13,15(31)18,20,22(32),25,27-додекаен-2,9,16,23-тетраин
IUPAC: 1,4,7,10(1,3)-тетрабензолациклододекафан-2,5,8,11-тетраин

Новая система номенклатуры также может быть успешно использована для насыщенных, мостиковых, гетерозамещенных и других **циклических систем**, что показано на следующем примере.

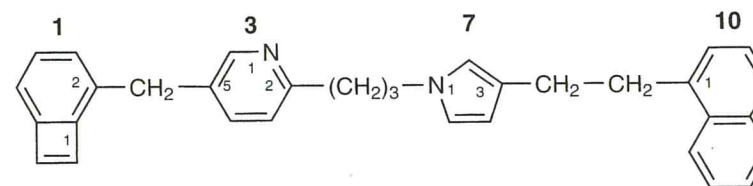


Chem. Abstr.: 7-аза-6,17-диокса-3,10-дитиатетрацикло[10.2.2.1^{1,12}.1^{5,8}]-додека-5(18),7-диен (внешняя нумерация мелкими цифрами)

IUPAC: 1⁷-окса-3,7-дитиа-1(1,4)-бицикло[2.2.1]гептана-5(3,5)-1,2-оксазолациклооктафан (нумерация показана жирными цифрами)

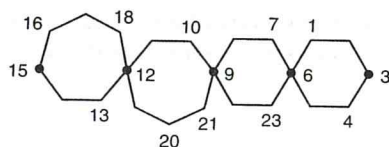
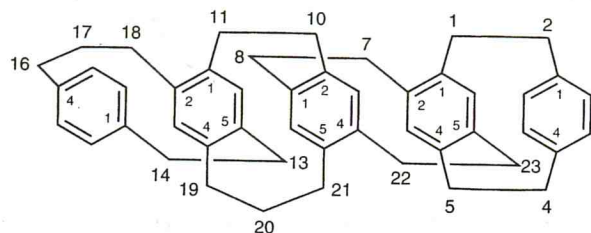
1.3.2. Другие циклофаны

Первоначально номенклатура циклофанов предназначалась исключительно для суперциклических систем, а именно **циклофанов**. При разработке новой номенклатуры циклофанов становилось все более очевидным, что ее основные принципы применимы с таким же успехом к протяженным линейным ансамблям с цепочечными и циклическими фрагментами. Такие **суперцепи** можно рассматривать точно так же, как **циклофаны**, за исключением того, что их названия оканчиваются морфемой **...фан**, следующей после термина, который обозначает длину суперцепи.



1(2)-циклобутабензола-3(5,2)-пиридина-7(1,3)-пиррола-10(1)-нафталинадекафан

Дальнейшее расширение этой системы состоит во включении спирофрагментов, и она оказывается особенно полезной в случае многослойных полиспиросистем приведенного ниже типа.



3.15(1,4),6(1,4,2,5),9(1,2,5,4),12(1,5,2,4)-пентабензолотриспиро-
[5.2.2.6¹².3⁹.2⁶]триоксафан

Заканчивая эту главу и учитывая последующие рассуждения, следует иметь в виду, что новые названия ансамблей, получаемые с помощью **номенклатуры циклофанов**, могут быть использованы как родоначальные названия разнообразных функциональных заместителей таким же образом, как ранее использовались обычные названия родоначальных соединений.

2 Системы, содержащие заместители

2.1. Общие замечания

Понятие «заместитель», которое уже нами использовалось, будет занимать центральное положение в следующих разделах и поэтому требует расширенного определения.

Термин «заместитель» относится к любому атому или комбинации атомов (функциональной группе), которая замещает атом водорода в родоначальной структуре.

Более широкое определение понятия «заместитель» получают, объединяя все замещающие группы, отличные от углеводородной или гетероциклической/цепочечной группы, в один термин **«характеристическая группа»**. Характеристическая группа определяет (**функциональный**) **класс соединения**; **название класса** необязательно повторяет название индивидуальных членов рассматриваемого ряда соединений, например: $-\text{COOH}$ карбоновая кислота, $-\text{NO}$ нитросоединение, $-\text{NH}$ амин или аминокоединение, $-\text{OH}$ спирт и т. п. Родоначальная структура может одновременно содержать несколько характеристических групп, при этом необходимо учитывать **старшинство заместителей**. Старший заместитель всегда определяет отнесение соединения к конкретному классу и обычно входит в виде суффикса в название родоначального соединения; другие имеющиеся характеристические/функциональные группы входят в название соединения в виде соответствующих приставок в алфавитном порядке и в соответствии с правилом наименьших локантов.

Умножающие приставки используются таким же образом, как и в родоначальных структурах: приставки **ди**, **три**, **тетра**... — для набора одинаковых заместителей; приставки **бис**, **трис**, **тетракис**... — для одинаково замещенных одинаковых заместителей (или если лингви-

стически больше подходит) и ряд **би, тер, кватер...** – для идентичных частичных компонентов, соединенных вместе.

Тогда как использование номенклатуры для родоначальных соединений полностью унифицировано, в отношении замещенных систем все несколько сложнее, поскольку (1) до сих пор используются различные системы номенклатуры, (2) многие исключения требуют объяснений и (3) многие тривиальные и полутривиальные названия и правила все еще остаются несистематичными.

Поэтому некоторые более сложные проблемы номенклатуры часто можно решить с помощью строгой системы правил IUPAC и правил Chem. Abstr. (см. с. 5). В настоящей книге дан краткий обзор общих принципов этих номенклатур.

2.2. Номенклатуры систем с заместителями

2.2.1. Заместительная номенклатура

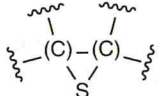
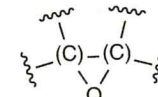
В соответствии с этой наиболее предпочтительной номенклатурой, если в соединении имеются заместители и характеристические группы, то к основе названия присоединяют соответствующие морфемы – приставки или суффиксы. Заместители, перечисленные в табл. 6, обозначают исключительно приставками. Таким образом, перед основным названием перечисляют боковые углеводородные цепи или гетероциклические заместители.

Для обозначения всех других характеристических групп могут быть использованы как приставки, так и суффиксы. Называя соединение, в суффиксе указывают самую старшую характеристическую группу, и поэтому по суффиксу определяют тип или

Таблица 6. Характеристические группы, обозначаемые только приставками

Характеристическая группа	Приставка (название класса)
$-N_3$	Азидо...(азид)
$-Br$	Бром...
$-Cl$	Хлор...
$-ClO$	Хлорозил...
$-ClO_2$	Хлорил...
$-OCN$	Цианато... цианат...
$=N_2$	Диазо...

Таблица 6 (окончание)

Характеристическая группа	Приставка (название класса)
$-I(OH)_2$	Дигидроксиод... <i>Систематическое название:</i> дигидрокси- λ^3 -иоданил...
IX_2	Ди...иод...(X – любой кислотный остаток: Cl, $-OOCCH_3$) <i>Систематическое название:</i> ди... – λ^3 -иоданил
	Эпитио... (традиционное название)
	Эпокси... (традиционное название)
$-F$	Фтор...
$-OON$	Гидроперокси...
$-NHOH$	Гидроксиамин... (гидроксиламин)
$-NHNH_2$	Гидразин... <i>Систематическое название:</i> диазанил...
$-NCO$	Изоцианат...
$-NC$	Изоциано... (изоцианид, изонитрил)
$-NCS$	Изотиоцианат...
$-I$	Иод...
$-IO$	Иодозил... (ранее: иодозо...)
$-IO_2$	Иодил...
$-NO_2$	Нитро...
$=N(O)OH$	аци-Нитро... <i>Систематическое название:</i> гидроксинитрорил...
$-NO$	Нитрозо...
$-ClO_3$	Перхлорил...
$-SCN$	Тиоцианато...
$-OOR$	...илдиокси... (пероксид)
$-OR, -SR$	...илокси..., ...илтио...(эфир, тиоэфир) <i>Систематическое название:</i> ...илсульфанил...

класс соединения; если в соединении присутствуют другие группы, то перед основной названия ставят соответствующие приставки. Старшинство групп можно определить с помощью табл. 7, в которой перечислены наиболее важные классы соединений в порядке уменьшения старшинства. Поскольку, к сожалению, в данной таблице представлены не все классы соединений, за более полной информацией о старшинстве групп можно обратиться к **Chem. Abstr. Index Guide** (см. литературу на с. 223).

В табл. 8 представлены приставки и суффиксы, соответствующие различным характеристическим группам тех классов соединений, которые перечислены в табл. 7.

Несмотря на то что для большинства классов соединений применение приставок и суффиксов, представленных в табл. 8, не вызывает трудностей, альтернативные способы составления названий алифатических карбоновых кислот и их производных, нитрилов и альдегидов требуют более детального объяснения.

Таблица 7. Наиболее важные классы соединений, расположенные в порядке уменьшения старшинства

IUPAC	Chem. Abstr.
1. Радикалы	1. Радикалы
2. Анионы	2. Катионы
3. Катионы	3. Нейтральные координационные соединения
4. Цвиттер-ионы	4. Анионы
5. Карбоновые кислоты в следующем порядке: $-\text{COOH}$, $-\overset{\text{O}}{\text{C}}\text{OOH}$, серные и селеновые аналоги, сульф(оновая, иновая), фосф(оновая, иновая), арс(оновая, иновая) кислоты	
6. Производные кислот в следующем порядке: ангидриды, сложные эфиры, галогенангидриды, амиды, гидразиды, имиды, амидины	
7. Нитрилы (цианиды), изоцианиды	
8. Альдегиды, S-, Se- и Te-аналоги	
9. Кетоны, S-, Se- и Te-аналоги	
10. Спирты, фенолы, S-, Se- и Te-аналоги	
11. Гидропероксиды, тиогидропероксиды	
12. Амины, имины, гидразины, фосфаны	
13. Простые эфиры, S-, Se- и Te-аналоги	
14. Пероксиды, дисульфиды	

Таблица 8. Приставки и суффиксы для наиболее важных характеристических групп в заместительной номенклатуре

Класс соединений	Характеристическая группа ^a	Приставка	Суффикс
Катионы	\oplus $-\text{OR}_2, -\text{NR}_3, -\text{BrR}$ \oplus $-\text{N}\equiv\text{N}$	...онио... Диазонио... или диазо	...оний... - diaзоний...
Карбоновые кислоты	$-\text{COOH}$ $-\text{COOH}$	Карбокси... —	- карбоновая кислота - овая кислота
Пероксикарбоновые кислоты	$-\text{C}(\text{O})\text{OOH}$ $-\text{C}(\text{O})\text{OOH}$	? —	- пероксикарбоновая кислота Перокси...овая кислота
(Ди)тиокарбоновые кислоты	$-\text{COSH}, -\text{CSSH}$ $-\text{COSH}, -\text{CSSH}$	(Ди)тиокарбокси... —	- карбо(ди)тиовая S-кислота - (ди)тиовая S-кислота
Сульф{он ин ен}овые кислоты	$-\text{SO}_3\text{H}$ $-\text{SO}_2\text{H}$ $-\text{SOH}$	Сульф{о ино ено}...	- сульф{он ин ен}овая кислота
Соли карбоновых кислот	$-\text{COOM}$ $-\text{COOM}$	М-карбоксилато...	М-...карбоксилат М-...оат
Соли сульф{он ин ен}овых кислот	$-\text{SO}_3\text{M}$ $-\text{SO}_2\text{M}$ $-\text{SOM}$	М-сульф{он ин ен}ато..	М-...сульф{он ин ен}ат
Ангидриды карбоновых кислот	$-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$ $\parallel \quad \parallel$ $\text{O} \quad \text{O}$	—	...кислот ангидрид
Эфиры карбоновых кислот	$-\text{COOR}$ $-\text{COOR}$	...илоксикарбонил... —	...ил...карбоксилат ...ил...оат

Таблица 8 (продолжение)

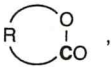
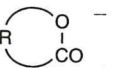
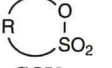
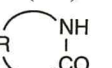

Класс соединений	Характеристическая группа ^a	Приставка	Суффикс
Эфиры сульф {OH ин ен} овых кислот	-SO ₃ R -SO ₂ R -SOR	...илокисульф {OH ин ен} ил	...ил...сульф {OH ин ен} ат
Лактоны	 , 	—	...олид, -карболактон
Сультоны		—	...сультон
Галогенангидриды карбоновых кислот	-COX -COX	Галогенкарбонил...	-карбонилгалогенид
Галогенангидриды сульф {OH ин ен} овых кислот	-SO ₂ X -SOX -SX	— X-сульф {OH ин ен} ил...	-оилгалогенид ^b -сульф {OH ин ен} илгалогенид
Амиды карбоновых кислот	-CONH ₂	Аминокарбонил...	-карбоксамид
Карбоимидовые кислоты	-CONH ₂ -C(NH)OH -C(NH)OH	(трад. карбамоил) — Гидроксид(имино)метил...	-амид -карбоксимидовая кислота -имидовая кислота
Лактамы		—	-лактам
Лактимы		—	-лактим

Таблица 8 (продолжение)

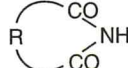
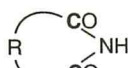
Класс соединений	Характеристическая группа ^a	Приставка	Суффикс
Имиды карбоновых кислот		—	-дикарбоксимид
Гидразиды карбоновых кислот	 -CONHNH ₂	— Гидразинкарбонил	...имид (для тривиальных названий) -карбогидразид
Гидразоновые кислоты	-CONHNH ₂ -C(NHNH ₂)OH -C(NHNH ₂)OH	— Гидразиногоксиметил...	...огидразид -карбогидразоновая кислота
Гидроксамовые кислоты	-CONHOH -CONHOH	(Гидроксамин)карбонил...	...гидразоновая кислота -карбогидроксамовая кислота
Гидроксимовые кислоты	-C(NOH)OH -C(NOH)OH	— Гидроксиминогоксиметил...	...гидроксамовая кислота -карбогидроксимовая кислота
Амидины	-C(NH)NH ₂ -C(NH)NH ₂	— Карбамимидоил ^c...	...гидроксимовая кислота -карбоксимидамид ^c
Амидоксимы	-C(NOH)NH ₂ -C(NOH)NH ₂ -SO ₂ NH ₂ -SONH ₂	[Амино(имино)метил...] Амино(гидроксимино)метил...	...имидамид ^c -карбоксамидоксим ...амидоксим
Амиды сульф {OH ин ен} овых кислот	-SNH ₂	Сульф {амид инамид} ...	-сульф {OH ин ен} амид

Таблица 8 (продолжение)


Класс соединений	Характеристическая группа ^a	Приставка	Суффикс
Сульф{ОН}{ИН}имидиевые кислоты	-S(O)(NH)OH -S(NH)OH	Гидрокси(имино)сульфинил... Гидрокси(имино)-λ ⁴ -сульфанил...	-сульф{ОН}{ИН}имидиевая кислота
Сультамы		-	...сультам
Гидразиды сульф{ОН}{ИН}{ЕН}овых кислот	-SO ₂ NHNNH ₂ -SONHNNH ₂ -SNHNNH ₂	Гидразино{сульфонил}{сульфинил}{сульфанил}...	-сульф{ОНО}{ИНО}{ЕНО}гидразид
Нитрилы	-C≡N	Циано...	-карбонитрил
Альдегиды	-CHO	Формил...	...нитрил -карбальдегид
Теоальдегиды	-CHS	Оксо... Тиоформил...	...аль -карбатеоальдегид
Кетоны	>C=O	Тиоксо...	...тиаль ...он
Тиокетоны	>C=S	Оксо...	...тион
Ацетали, кетали	>C(OR) ₂	Тиоксо...	аль}{ди...ил}{-ацеталь ...он}{-кеталь
Оксимы	>C=NOH	Гидроксимино...	аль}{оксим ...он}

Таблица 8 (окончание)

Класс соединений	Характеристическая группа ^a	Приставка	Суффикс
Гидразоны	>C=NNH ₂	Гидразино...	аль}{гидразон ...он}
Азины	>C=N-N=C<	Азиноди...	аль}{азин ...он}
Семикарбазоны	>C=NNHCONH ₂	Семикарбазоно...	аль}{семикарбазон он}
Спирты, фенолы	-OH	Гидрокси...	...ол
Тиолы	-SH	Сульфанил... (меркапто...)	...тиол
Алкогол}{Фенол}яты	-OM	М-оксидо...	М...олят
Тиоалкогол}{Тиофенол}яты	-SM	М-сульфидо...	М...тиолят
Амины	-NH ₂	Амино...	...амин ^b
Имины	=NH	Имино...	...имин ^b

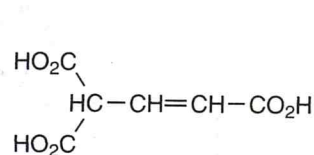
^a Атомы углерода, выделенные жирным шрифтом, включают в название основной цепи.^b См. также радикало-функциональную номенклатуру.^c Ранее: амидино-, карбоксамидин- и амидин соответственно.^d Систематически: amino(сульфонил, сульфинил, сульфанил)...

Данная таблица может быть легко расширена. Так, правила названия сульф(оеновой, иновой, еновой) кислот и их производных также справедливы и для их тиоаналогов. Некоторые из характеристических групп, представленных в таблице, могут иметь заместители в группах -NH₂ и -OH, при этом в приставке названия соединения указывают положение и название соответствующего заместителя, например: N-метилгексанамида.

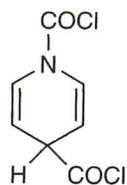
При построении названия алифатической одноосновной карбоновой кислоты (и ее производных) атом углерода карбоксильной группы включают в основную цепь, суффикс...**ан** родоначального углеводорода заменяют на окончание...**овая** и добавляют слово «**кислота**».



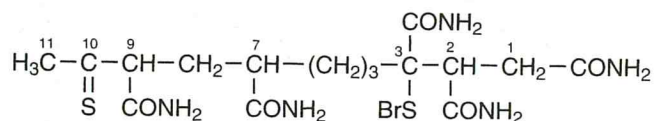
В случае многоосновных или циклических карбоновых кислот (и их производных) число карбоксильных групп указывается в соответствующих суффиксах ...**карбоновая кислота**, ...**карбоксамид**, ...**карбонилхлорид** и т. д.



проп-2-ен-1,1,3-
трикарбоновая кислота

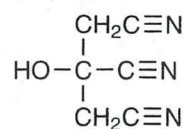
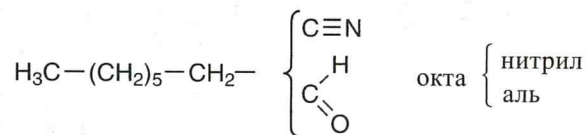


пиридин-1,4(4Н)-ди-
(карбонилхлорид)

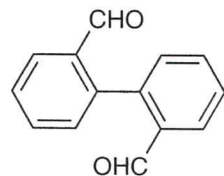


3-бромосульфанил-10-тиоксоундекан-1,2,3,7,9-
пентакарбоксамид

Аналогичным образом образуют названия нитрилов и альдегидов.



2-гидроксипропан-
1,2,3-трикарбонитрил



бифенил-2,2'-
дикарбальдегид

Следует еще раз отметить, что правила **заместительной номенклатуры** более предпочтительны по сравнению с другими спосо-

бами построения названий соединений, поскольку они являются более общими и широко применимыми. Тем не менее для некоторых соединений сохранились другие типы номенклатур (см. следующие главы), но мы надеемся, что они будут постепенно вытеснены заместительной номенклатурой.

2.2.2. Номенклатура по функциональным классам (радикало-функциональная номенклатура)

Этот тип номенклатуры применяют лишь для ограниченного числа классов соединений, перечисленных в порядке уменьшения старшинства в табл. 9. В отличие от заместительной номенклатуры **основу названия** составляют названия «**радикалов**», то есть **заместителей**; затем к ним добавляют название рассматриваемого класса соединений, которое часто совпадает с названием соответствующего **аниона**.

Проиллюстрируем принципы этого типа номенклатуры на нескольких примерах.

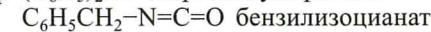
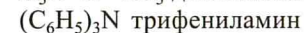
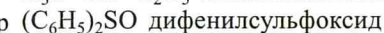
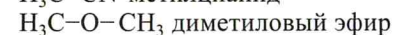
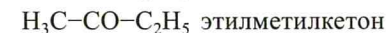
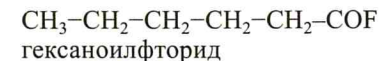
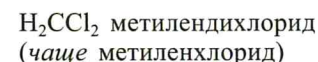


Таблица 9. Названия соединений по радикало-функциональной номенклатуре

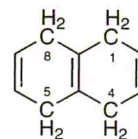
Характеристическая группа	Название по радикало-функциональной номенклатуре
X в производных кислот $\text{RCO}-\text{X}$, RSO_2-X	Название аниона X: фторид, хлорид, бромид, иодид, цианид, азид, и т. д., затем серные и селеновые аналоги
$-\text{C}\equiv\text{N}; -\text{N}\equiv\text{C}:$	Цианид, изоцианид
$-\text{O}-\text{C}\equiv\text{N}; -\text{N}=\text{C}=\text{O}$	Цианат, изоцианат

Таблица 9 (оконание)

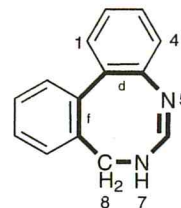
Характеристическая группа	Название по радикало-функциональной номенклатуре
$\oplus \ominus$ $-\text{O}-\text{N}=\text{C}:$	Фульминат
$-\text{S}-\text{C}\equiv\text{N}:$, $-\text{N}=\text{C}=\text{S}$	Тиоцианат, изотиоцианат
$>\text{C}=\text{O}$, $>\text{C}=\text{S}$	Кетон, тиокетон
$>\text{C}=\text{C}=\text{O}$	Кетен
$-\text{OH}$, $-\text{SH}$	Спирт, гидросульфид
$-\text{O}-\text{OH}$, $-\text{S}-\text{S}_x-\text{SH}$	Гидропероксид, гидрополисульфид
$-\text{O}-$, $-\text{O}-\text{O}-$	Эфир или оксид, пероксид
$-\text{S}-$, $-\text{S}-\text{S}_x-\text{S}-$	Сульфид, полисульфид
$>\text{S}=\text{O}$, $>\text{SO}_2$	Сульфоксид, сульфон
$>\text{S}=\text{NH}$, $>\text{S}(\text{O})\text{NH}$	Сульфимид, сульфоксимид
$>\text{Se}$, $>\text{SeO}$, $>\text{SeO}_2$	Селенид, селеноксид, селенон
$-\text{F}$, $-\text{Cl}$, $-\text{Br}$, $-\text{I}$, $-\text{N}_3$	Фторид, хлорид, бромид, иодид, азид
RNH_2 , $\text{RR}'\text{NH}$, $\text{RR}'\text{R}''\text{N}$	Амин
$>\text{C}=\text{N}-\text{C}\equiv$	Амин (азометин, основание Шиффа)
$>\text{C}(\text{OOCR})_2$	-ди...ат

2.2.3. Аддитивная номенклатура

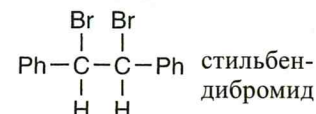
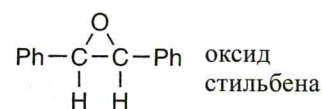
Уже из названия данного типа номенклатуры становится очевидно, что ее применение ограничено лишь небольшим числом соединений, в названиях которых к основной структуре присоединены атомы или группы атомов. Аддитивная номенклатура незаменима при построении названий **гидрированных конденсированных полициклических соединений**; положения гидрирования указывают при помощи соответствующей приставки.



1,4,5,8-тетрагидронафталин

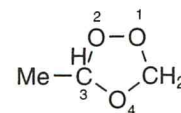
7,8-дигидродибензо[*d,f*][1,3]диазоцин

Напротив, в случае **эпоксидов, озонидов** и некоторых **галогенпроизводных** добавленные атомы (или группы атомов) в названии соединения обозначают после корня как **анионы**. Необходимо отметить, что данный тип номенклатуры не следует применять в случаях, когда другие типы номенклатур (заместительная номенклатура или номенклатура гетероциклических соединений) позволяют однозначно и просто назвать соединение.



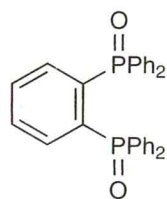
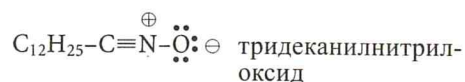
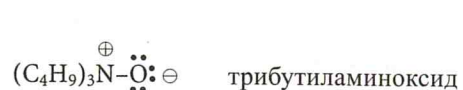
Название **озонид** допустимо только в том случае, если структура рассматриваемого соединения неизвестна; в противном случае более предпочтительно назвать соединение как гетероциклическое.

$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ пропенозонид, *но*

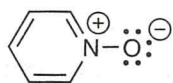


3-метил-1,2,4-триоксолан

В случае соединений типа оксидов аминов и нитрилов, а также систем, содержащих **атом кислорода** (особенно это относится к гетероциклическим системам), рациональное наименование можно дать только с помощью аддитивной номенклатуры.

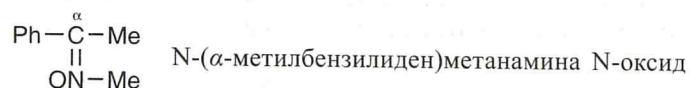


1,2-фениленбис(дифенилфосфаноксид)
(бензол-1,2-диил)-
бис(дифенилфосфаноксид)

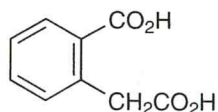


оксид пиридина тетран-1,1-диоксид

Нитроны называют аналогично оксидам аминов.



Использование приставки **гомо** в названиях соединений, отличающихся длиной цепи или размером цикла на одну CH_2 -группу, — другой подход аддитивной номенклатуры, широко применяемый для построения названия стероидов (см. табл. 22, с. 207); однако он также используется для отдельных соединений с тривиальными названиями.

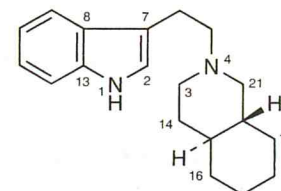
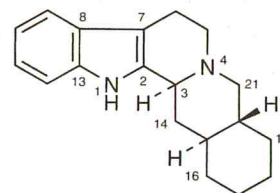


гомофталевая кислота



трис(гомо)бензол

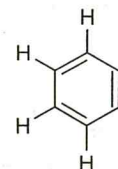
Чтобы назвать соединение, в котором произошло расщепление цикла с одновременным **добавлением двух атомов водорода** к участвующим в расщеплении атомам углерода, используют приставку **секо**. Этот подход преимущественно применяют к природным соединениям (но он может быть использован и для более простых соединений).



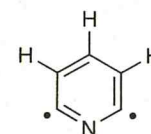
иохимбан (родоначальная структура) 2,3-секоиохимбан

2.2.4. Субтрактивная номенклатура

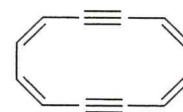
В этой номенклатуре используются **субтрактивные приставки** для обозначения отсутствия атомов или групп атомов в структурах, имеющих тривиальное или систематическое название. В отличие от аддитивной номенклатуры, которую используют для построения названий гидрированных циклических систем, субтрактивную номенклатуру применяют в случае **ненасыщенных соединений**. Мы с ней уже ознакомились, когда обсуждали ненасыщенные углеводороды, где суффиксы...**ен** и ...**ин** свидетельствуют о наличии в структуре двойных или тройных связей, то есть об отсутствии двух или четырех атомов водорода. Использование **субтрактивных приставок** удобно в случае некоторых природных соединений — стероидов или углеводов, а также **дегидроаренов** (иногда их называют **аринами**, но это не совсем правильно) и **дегидроаннуленов**.



1,2-дидегидробензол
(тривиальное название:
бензин, дегидробензол)



2,6-дидегидропиридин
(пиридин-2,6-диил)



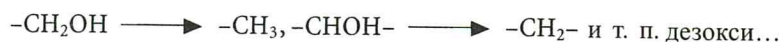
1,2,7,8-тетрадегидро[12]аннулен

Данную номенклатуру применяют при составлении названий природных соединений (например, **алкалоидов**), имеющих сложные

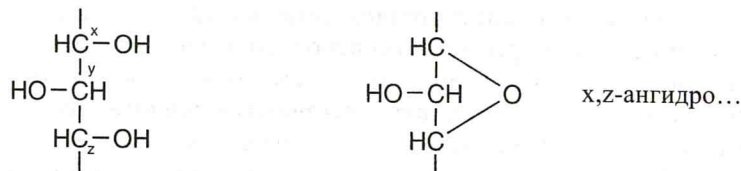
и/или тривиальные названия, а также в тех случаях, когда необходимо указать на замещение метильной группы при атоме азота на водород: для этого в название вводят приставку **де...**



Аналогично поступают при замещении гидроксильной группы на водород, что часто встречается в химии углеводов.

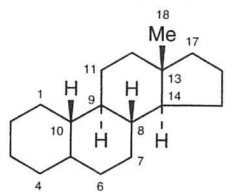


У некоторых классов соединений, получаемых дегидратацией соответствующих предшественников, существуют **субтрактивные названия классов**: ангидриды, лактоны, сультамы и т. д. Приставку **ангидро**, применяемую для обозначения дегидратации, также широко используют в случае углеводов.

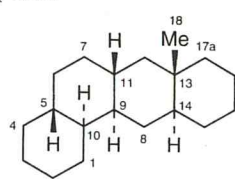


Существуют специальные правила употребления приставки **нор...** — еще один пример использования субтрактивной номенклатуры. В случае **терпенов нор**соединениями называются соединения, у которых в цикле метильные группы замещены на атомы водорода (см. приложение, табл. 21). В случае **стероидов** (приложение, табл. 22) **нор...** прежде всего обозначает **потерю CH_2 -группы в цепи** и только во вторую очередь — **уменьшение размера цикла на одну CH_2 -группу**, то есть она противоположна по смыслу приставке **гомо...**

В номенклатуру стероидов ввели еще один субтрактивный дескриптор — **цикло...**. Его используют в названиях структур, в которых, по сравнению с родоначальной структурой, образуется **дополнительная связь** между любыми невинциальными атомами углерода с одновременной **потерей двух атомов водорода**.

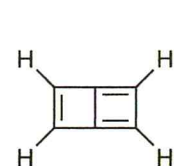


эстрон
(родоначальная структура)

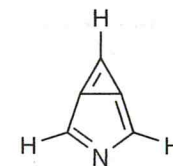


7,11α-цикло-7,8-секо-17α-гомо-5α-эстрон

Иногда приставку **цикло** используют в названиях очень простых родоначальных структур, прежде всего в тех случаях, когда название соединения отражает наличие какой-то особой связи, например:



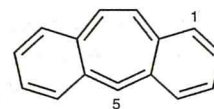
1,4-циклобензол
(бицикло[2.2.0]гекса-1,3,5-триен)



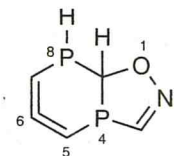
3,5-циклопиридин
(циклопропа[с]пиррол)

Субтрактивная номенклатура была использована для **циклических кумуленов**, содержащих (только формально) смежные двойные связи. Однако при этом названия были слишком громоздкими, содержащими сочетания «ен», «дегидро» и локантов обозначенных водородов.

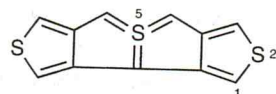
Существенного упрощения удалось достичь благодаря так называемому **дельта-соглашению**, суть которого состоит в том, что для обозначения любого атома в структуре, при котором находятся две (или более) двойные связи ($m = 2, 3$), сразу за обозначением положения этого атома следует **символ δ^m** и символ λ^n (Pure Appl. Chem. 1988, 60, 1395).



5δ²-дibenzo[*a,d*]циклопентен
вместо 4а,5-дидегидро-4аН-дibenzo[*a,d*]циклопентен

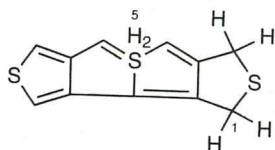


8,8а-дигидро-6δ²-[1,3]дифосфинино[1,2-*d*][1,2,4]оксафосфол
вместо 5,6-дидегидро-8,8а-дигидро-5Н-[1,3]дифосфинино...

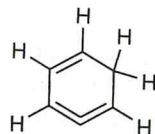


5λ⁶δ³-тиено[3,4-с]тиено[3',4':3,4]тиено[1,2-а]тиофен
вместо 1,5,3,5-тетрадегидро-1Н,3Н-5λ⁶-тиено...

получено из:



Такой подход можно использовать и для более простых систем, особенно когда в названии необходимо отразить близкородственные отношения.



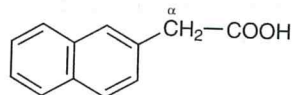
Тривиальное название: изобензол

Систематическое название: циклогекса-1,2,4-триен

δ-Соглашение: 6Н-2δ²-бензол

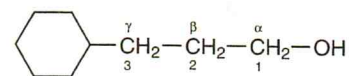
2.2.5. Соединительная номенклатура

Используя эту номенклатуру, нельзя получить больше того, что можно получить с помощью более универсальной заместительной номенклатуры. Однако соединительная номенклатура позволяет получить названия, которые содержат наименования крупных составных частей соединения, поэтому этот тип номенклатуры стал неотъемлемой частью номенклатурных указателей в Chem. Abstr. Так, **фенилуксусную кислоту** можно было бы искать в указателе под рубрикой **уксусная кислота**; если использовать соединительную номенклатуру, то — **бензилуксусная кислота**, и поиск становится более эффективным. **Ациклические карбоновые кислоты, нитрилы, альдегиды, спирты и амины**, особенно те, которые содержат циклический заместитель у терминального атома, называют с использованием соединительной номенклатуры. При этом в название соединения входят без изменений названия циклической и ациклической частей.



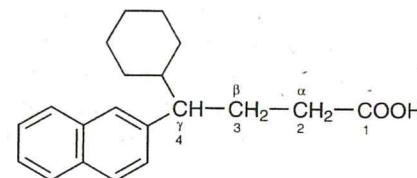
Соединительная номенклатура:
нафталин-2-уксусная кислота

Заместительная номенклатура:
2-нафтилуксусная кислота



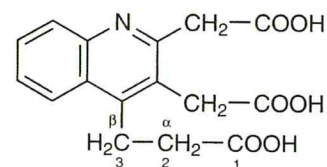
Соединительная номенклатура:
циклогексанпропанол
Заместительная номенклатура:
3-циклогексилпропанол

но

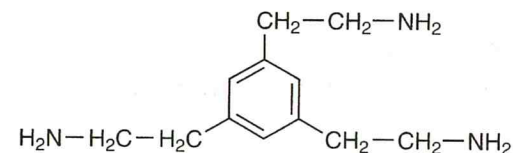


Соединительная номенклатура:
γ-циклогексилнафталин-2-
бутановая кислота
Заместительная номенклатура:
4-циклогексил-4-(2-нафтил)-
бутановая кислота

Соединительная номенклатура особенно удобна в случае систем с несколькими одинаковыми заместителями.



Соединительная номенклатура:
4-(2-карбоксиэтил)изохинолин-2,3-
диуксусная кислота
Заместительная номенклатура:
3-[2,3-бис(карбоксиметил)-
изохинолин-4-ил]пропановая кислота



Соединительная номенклатура: бензол-1,3,5-триэтанамиин
Заместительная номенклатура:
2,2',2''-(бензол-1,3,5-триил)трисэтанамиин

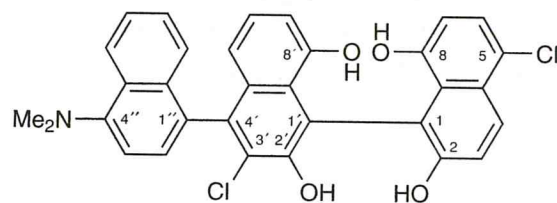
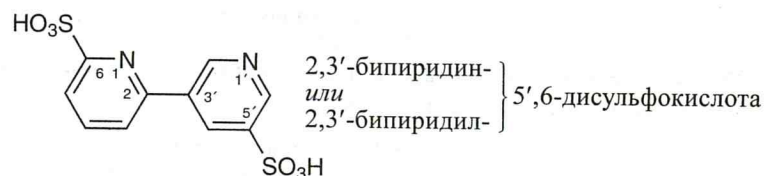
2.2.6. Названия замещенных ансамблей, состоящих из одинаковых фрагментов

При обсуждении принципов выбора родоначальных структур уже отмечалось, что в случае соединений, состоящих из одинаковых циклических компонентов, используют особые правила (о необходимости которых есть разные мнения).

Существует два типа таких структур: у первого типа структур составные части непосредственно связаны одинарной или двойной связью; у второго – связь осуществляется через би- или поливалентную группу.

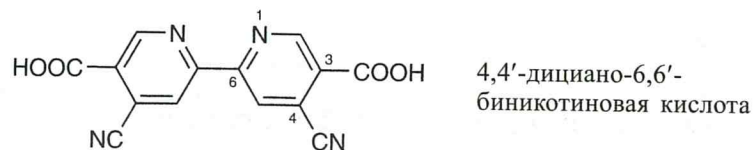
2.2.6.1. Непосредственно связанные компоненты

Прежде всего необходимо назвать родоначальные компоненты, из которых составлена структура, без учета заместителей, как описано ранее (с. 42, 68). Затем указывают заместители, причем ансамбли подчиняются тем же правилам заместительной номенклатуры, что и обычные структуры (наименьший локат для позиции заместителя!).

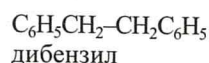
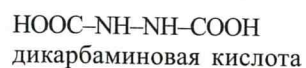


3',5-дихлор-4''-(диметиламино)-1,1':4',1''-тернафталин-2,2',8,8'-тетрол

Принятая нумерация, однако, сохраняется в тех случаях, когда для замещенных компонентов могут быть использованы тривиальные названия.



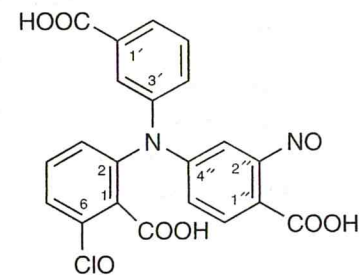
Ранее этот подход также применяли для систем, состоящих из одинаковых ациклических компонентов.



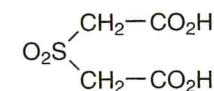
2.2.6.2. Одинаковые компоненты, связанные через би- или поливалентные группы

Для того чтобы назвать подобные соединения, сначала нумеруют позиции, в которых компоненты ансамбля связаны с центральной группой; после названия этой группы указывают число компонентов с помощью умножающих приставок **ди...**, **три...** (или **бис...**, **трис...**) и т. д., а затем указывают название самого компонента, включая его характеристические группы. Наличие дополнительных заместителей отображается в приставке, нумерация проставляется в следующем порядке:

1. характеристические группы (суффикс);
2. положение связи с центральной группой;
3. заместители, указываемые в приставке.

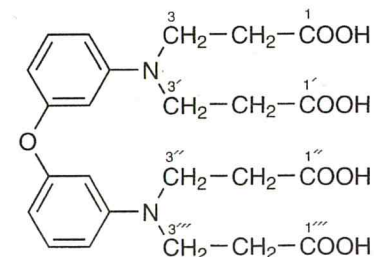


6-хлоросил-2''-нитрозо-2,3',4''-нитритотрибензойная кислота



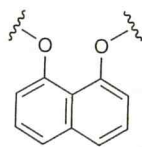
сульфонилдиуксусная кислота

Если соединяющие группы также представляют собой ансамбли, то этот принцип распространяется и на них.

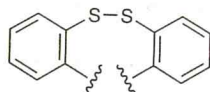


3,3',3''-[оксибис(1,3-фениленнитрило)]тетрапропановая кислота

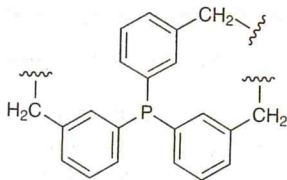
Основной подход при названии таких сложных соединяющих групп, как би- и поливалентные заместители, проиллюстрирован ниже несколькими дополнительными примерами.



1,8-нафтилен-диокси...

лучше
нафталин-1,8-диилбис(окси)

дитиоди-2,1-фенилен...

новое название:
дисульфанилди-2,1-фениленфосфанетрилтри-3,1-фенилентрис(метилен)...
или фосфанилид-3,1-...

В табл. 10 представлены наиболее важные би- и поливалентные центральные группы, используемые в данной номенклатуре.

Таблица 10. Названия центральных связывающих групп, используемых в номенклатуре соединений, содержащих одинаковые компоненты

Традиционное	Формула	Систематическое
Этилен...	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Этан-1,2-диил
Этилендиокси...	$-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{O}-$	Этан-1,2-диилбис(окси)
Азино...	$=\text{N}-\text{N}=\text{N}-$	Диазанбис(илиден)
Азо...	$-\text{N}=\text{N}-$	Диазенидил
Карбонимидоил...	$-\text{C}(\text{NH})-$	Иминометилен
Карбонил...	$-\text{CO}-$	
Карбонилдиокси...	$-\text{O}-\text{CO}-\text{O}-$	
Диокси...	$-\text{O}-\text{O}-$	
Дитио...	$-\text{S}-\text{S}-$	Дисульфандиил
Гидразо...	$-\text{NH}-\text{NH}-$	Диазан-1,2-диил
Имино...	$-\text{NH}-$	
Метилен...	$-\text{CH}_2-$	
Метилендиокси...	$-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-$	
Нафтиленбисазо...	$-\text{N}_2\text{C}_{10}\text{H}_6\text{N}_2-$	...бис(дiazендиил)
Нитрило...	$-\text{N}\equiv$	
Окси...	$-\text{O}-$	
Фенилен...	$-\text{C}_6\text{H}_4-$	
Фениленбисазо...	$-\text{N}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2-$	...бис(дiazендиил)
Политио...	$-\text{S}_n-$	Полисульфандиил
Селенил...	$-\text{SeO}-$	
Селено...	$-\text{Se}-$	Селандиил
Селенонил...	$-\text{SeO}_2-$	
Сульфинил...	$-\text{SO}-$	
Сульфонил...	$-\text{SO}_2-$	

Таблица 10 (окончание)

Традиционное ...	Формула	Систематическое
Сульфонилдиокси...	$-\text{O}-\text{SO}_2-\text{O}-$	
Тетраметилен...	$-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2-$	Бутан-1,4-диил
Тио...	$-\text{S}-$	Сульфанидил
Тиокарбонил...	$-\text{CS}-$	
Триметилен...	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$	Пропан-1,3-диил
Триметилендиокси...	$-\text{O}(\text{CH}_2)_2\text{O}-$	Пропан-1,3-диилбис(окси)
Уреилен...	$-\text{NH}-\text{CO}-\text{NH}-$	

2.2.7. Названия радикалов и ионов

В настоящее время все радикалы и ионы можно единообразно называть полностью на основе **оперативных суффиксов (и приставок, полученных из них)**, приведенных в табл. 11. Очевидно, стандартизация номенклатуры для таких частиц может быть полностью удовлетворительной только в том случае, если названия самих родоначальных структур образованы по систематической номенклатуре, например: **оксидан, диоксидан, азан, диазан** и т. п. В соответствующих разделах даны как полностью систематические, так и тривиальные и традиционные названия.

Таблица 11. Оперативные суффиксы и приставки, полученные из исходных родоначальных гидридов указанными действиями

Действие	Суффикс Н [•]	Приставка	Суффикс Н ⁺	Приставка	Суффикс Н ⁻	Приставка
Прибавление группы	-	-	-иум ^б	-иумил ^б	-ид	-идил
Удаление группы	-ил ^а	-ило	-иде ^а	-идил ^а	-илиум	-илиумил

^а Если формально удалены два или три атома водорода, то в названии углеводорода суффикс **ан** меняется на **-илиден, илидин**; исключения: метилен ($:\text{CH}_2$), силенил ($:\text{SiH}_2$) и т. д., и аминил ($:\text{NH}$).

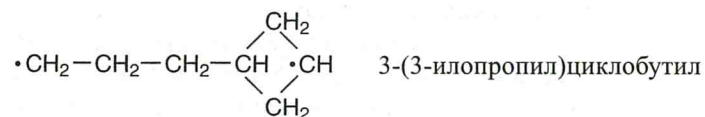
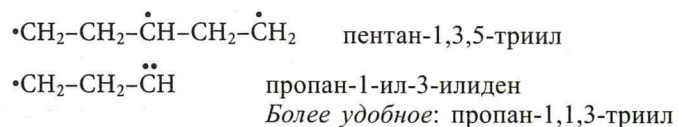
^б Для катионов с центральными элементами 15–17 групп до сих пор предпочтительными остаются традиционный суффикс **-оний** и приставка **-онно-**.

^в Для анионов кислот, спиртов, сульфидов и т. п. все еще сохранились традиционные суффиксы **-ат, -оксид, -сульфид** и приставки **-ато-, -идо-**.

2.2.7.1. Свободные радикалы

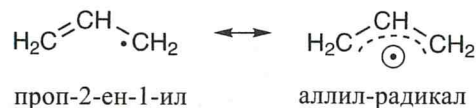
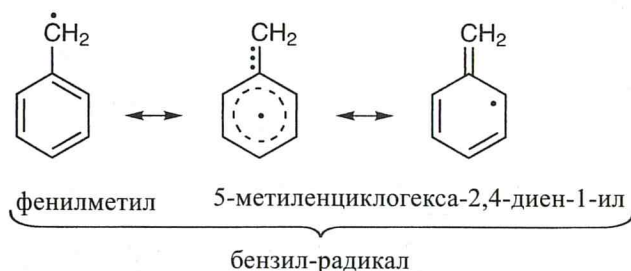
Электронейтральные частицы, содержащие неспаренные электроны, называются свободными радикалами; их названия заканчиваются на ...**ил**.

Способ трансформирования названия родоначальной структуры в название заместителя приведен в соответствующих предыдущих главах; полученные таким образом названия теперь можно непосредственно использовать для образования названий **реальных свободных радикалов**. Ниже приведены примеры таких названий.

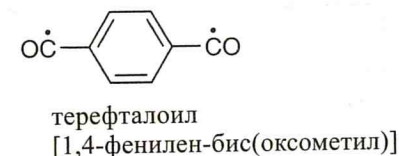
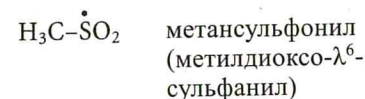
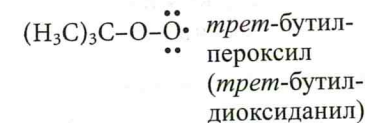
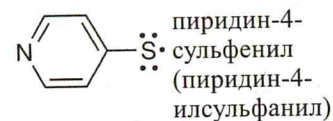
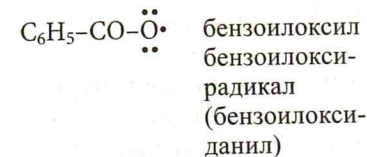
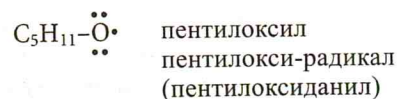


$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{Si}$: дифенилсилилен
 Более удобное: дифенилсиландиил

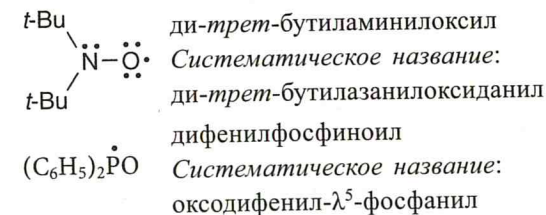
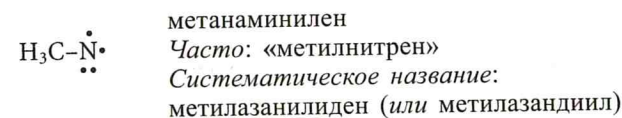
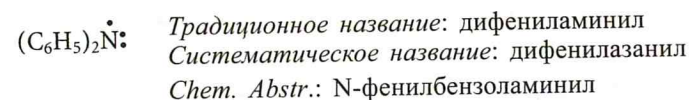
Названия радикалов с делокализованным электроном можно построить, из названия резонансных форм или с помощью традиционных **обозначений группы** без использования локантов.



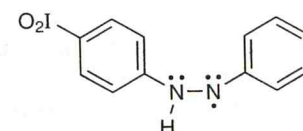
Названия кислородсодержащих радикалов, получаемых из кислот, спиртов и т. д., традиционно оканчиваются на **...оксил** или (систематическая номенклатура) **...оксиданил**. Названия радикалов с другими гетерогруппами часто можно получить с использованием соответствующих приставок, соответствующих заместителю. Для ясности к ним обычно добавляют термин **радикал**.



Моно- и бирадикалы, полученные из аминов, традиционно называются соответственно **аминилами** и **аминиленами**.



Полученные из гидразина радикалы обычно называются **гидразилами**.



2-(4-иодилфенил)-1-фенилгидразил
 Систематическое название: ...диазанил

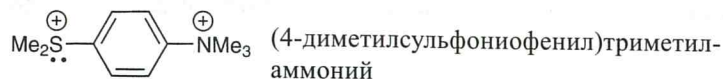
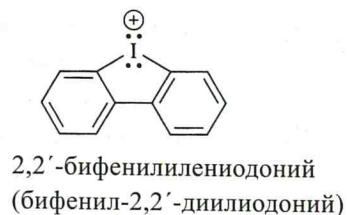
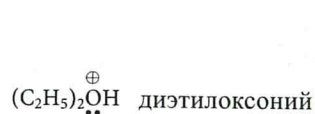
2.2.7.2. Катионы

В правилах номенклатуры органических катионов можно выделить четыре различных способа присвоения названий; катионы уже рассматривались в рамках использования «а»-номенклатуры (см. с. 56).

1) Катионы, полученные из соединений с названиями, оканчивающимися на ...оний, приведены в табл. 12.

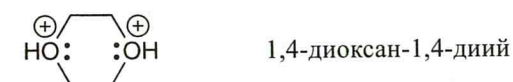
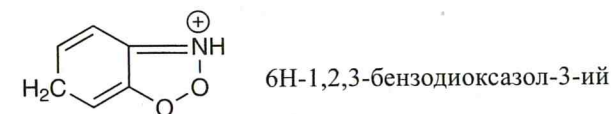
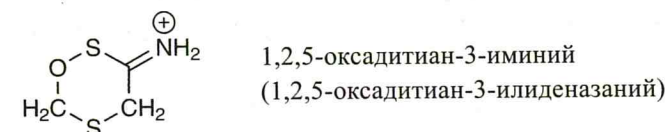
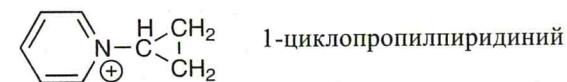
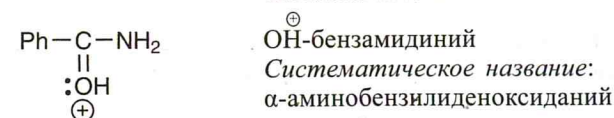
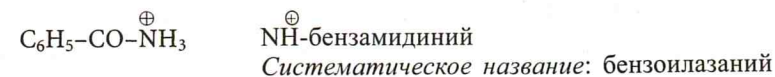
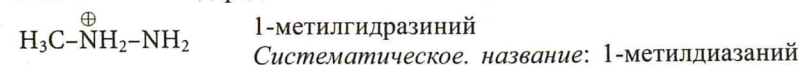
Таблица 12. «Ониевые» катионы в порядке уменьшения старшинства

Ион	Название класса	Название катиона в виде приставки
$\text{H}_4\text{N}^{\oplus}$	Аммоний	Аммонио
$\text{H}_4\text{P}^{\oplus}$	Фосфоний	Фосфонио
$\text{H}_4\text{As}^{\oplus}$	Арсоний	Арсонио
$\text{H}_4\text{Sb}^{\oplus}$	Стибоний	Стибонио
$\text{H}_4\text{Bi}^{\oplus}$	Висмутоний	Висмутонио
$\text{H}_3\text{O}^{\oplus}$	Оксоний	Оксонио
$\text{H}_3\text{S}^{\oplus}$	Сульфоний	Сульфонио
$\text{H}_3\text{Se}^{\oplus}$	Селеноний	Селенио
$\text{H}_3\text{Te}^{\oplus}$	Теллуроний	Теллуронио
$\text{H}_2\text{F}^{\oplus}$	Фтороний	Фторонио
$\text{H}_2\text{Cl}^{\oplus}$	Хлороний	Хлоронио
$\text{H}_2\text{Br}^{\oplus}$	Бромоний	Бромонио
$\text{H}_2\text{I}^{\oplus}$	Иодоний	Иодонио

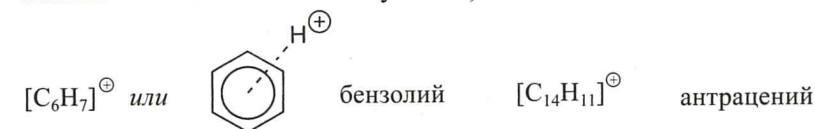


2) Название катионов, получающихся при присоединении протона (гидрона, с. 189) или другой положительно заряженной группы к гетероатому соединения с тривиальным или систематическим названием, образуются присоединением к этому названию окончания

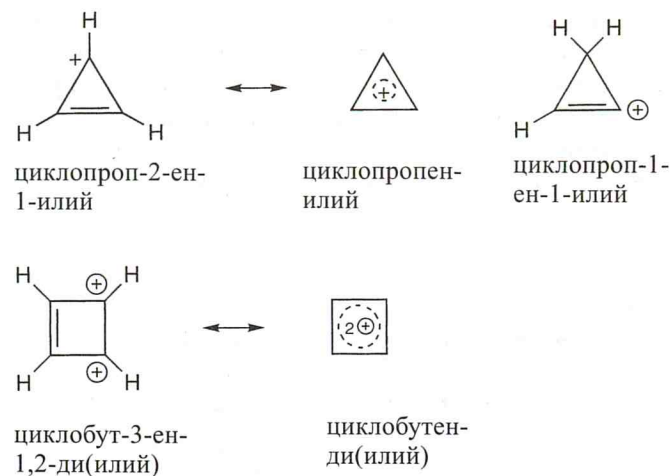
...ий. (см. с. 67). При необходимости такой протон рассматривают как обозначенный водород.



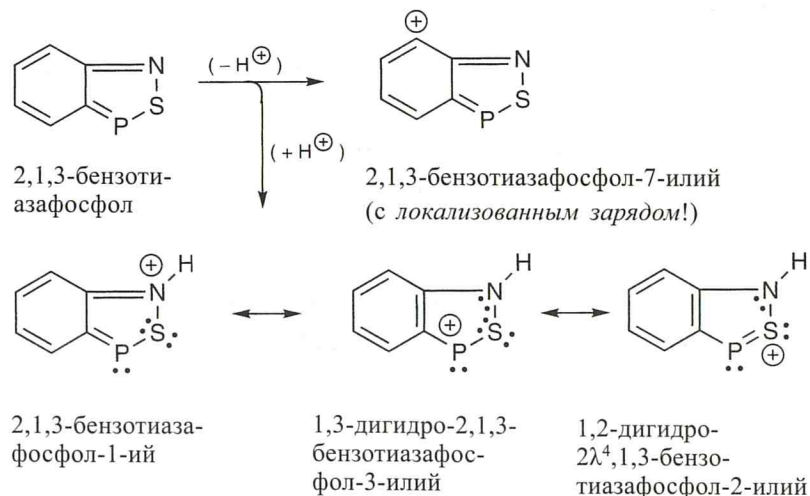
3) Название катионов, образующихся в результате неопределенного присоединения водорода к ароматической системе, также получаются из названия исходной структуры с добавлением окончания ...ий. Эти так называемые **арениевые ионы** соответствуют по существу π-комплексам в электрофильном ароматическом замещении. (О присоединении протонов в определенные положения таких систем см. пункт 4.)



Такой же подход применим к описанному присоединению протона к насыщенному углеводороду, что достигается действием



Для делокализованных катионов, полученных из сложных гетероциклических ароматических соединений, правильные названия иногда можно получить только со ссылкой на определенные выбранные резонансные формы.



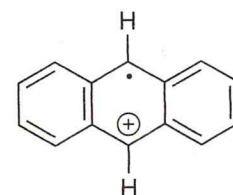
Формально следует выбрать 10π-ароматическую резонансную форму, приведенную слева.

2.2.7.3. Катион-радикалы

Образование таких частиц можно представить как: а) удаление электрона от нейтральной молекулы; б) присоединение протона (или другой положительно заряженной группы) к радикалу; в) присоединение протона, сопровождаемое удалением атома водорода, к нейтральной молекуле и г) одновременное удаление гидрид-иона и атома водорода от нейтральной молекулы (часто после стадии формального удаления водорода). Поскольку нет конкретных официально используемых морфем, обозначающих удаление (или присоединение) одного электрона, обычно считают, что катион-радикалы образуются по путям в) и г). Для их обозначения к основному названию прибавляют сложные составные суффиксы ...ийил и ...илийил (образованные от указанных табл. 11), при необходимости не указывают соответствующие локанты. В общем случае резонансные π-системы (в частности, произвольно выбранные наиболее вероятные резонансные формы) можно более наглядно назвать как **радикал-катионы** (или **катион-радикалы**); в Chem. Abstr. часто используют обозначения: **ион-радикал(1+)**.

[CH₄]^{•+} метанийил
метан-катион-радикал
метан-ион-радикал(1+)

[C₁₄H₁₀]^{•+} антраценийил



9,10-дигидроантрацен-10-илий-9-ил

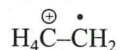
[CH₂]^{•+} метилийил, λ²-метанийил, метилен-ион-радикал(1+)

Традиционное название: трифениламмонийил
(трифениламин-катион-радикал)
Систематическое название: трифенилазанийил
(трифенилазан-катион-радикал)

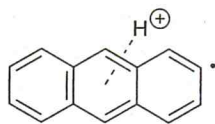
Chem. Abstr.: N,N-дифенилбензенамин-ион-радикал(1+)

Традиционное название:
4-(дифениламмонийилиден)-циклогекса-2,5-диен-1-ил
Систематическое название:
4-(дифенилазанийилиден)-циклогекса-2,5-диен-1-ил

В строгом соответствии с правилами оперативных суффиксов и приставок из табл. 11 их применение также позволяет построить окончательное название ранее не рассматриваемых структурных вариантов **катион-радикалов**, упомянутых в начале этого раздела. Ниже приведены два примера.



этан-2-ий-1-ил

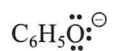
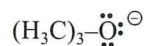
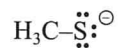


антрацений-2-ил

2.2.7.4. Анионы

Названия анионов, полученных в результате удаления протона из кислотной группы, образуют путем замены **...кислота** на **...оат** или **...ат**, а **...карбоновая кислота** на **...карбоксилат**, например декаоат, нафталинсульфонат, циклобутанкарбоксилат,

Соли муравьиной, уксусной и бутановой кислот (*тривиальные названия*) называются соответственно формиат, ацетат и бутират. Соли спиртов и тиоспиртов в основном называют, прибавляя к основному названию окончания **...олят** (или **...оксид**) и **...тиолят** (или **...сульфид**). По систематической номенклатуре эти соединения следует называть **...илоксиданидами** и **...илсульфанидами**.

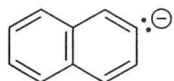
фенолят
феноксид
фенилоксиданид*трет*-бутоксид
2-метилпропан-2-олат
трет-бутилоксиданид

метантиолят, метилсульфид, метилсульфанид

Названия анионов, полученных при отщеплении протона (депротонировании) от исходных гидридов, оканчиваются на **...ид**. Более наглядно называть такие анионы **...ил-анионами**.



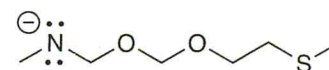
пентан-2-ид, 1-метилбутил-анион!

этиндиид, этинедиил-дианион
(Традиционное название: ацетирид)

нафталин-2-ид, 2-нафтил-анион

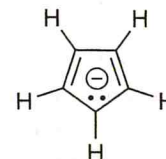


гекс-1-ин-1,6-диид

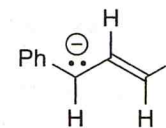
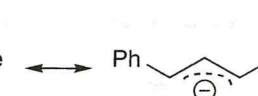
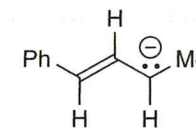
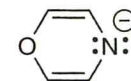


4,6-диокса-9-тия-2-азадекан-2-ид

Анионную систему с **делокализованными** электронами также рассматривают как катионный аналог: название дают преобладающей и/или наиболее вероятной резонансной структуре или же оно только отражает суммарно все рассматриваемые функции, но не содержит локантов.

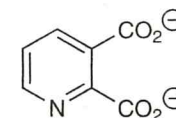
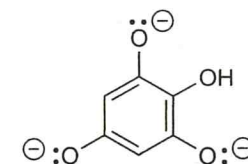


циклопента-2,4-диен-1-ид

циклопентадиенид
(циклопентадиенил-анион)1-фенилбут-
2-ен-1-ид1-фенилбутенид
(1-фенилбутенил-анион)4-фенилбут-
3-ен-2-ид

4Н-1,4-оксазин-4-ид

Следует отметить, что в указателях Chem. Abstr. названия анионов часто, но не всегда, образованы от названия соответствующей родоначальной структуры путем добавления **...ион**.

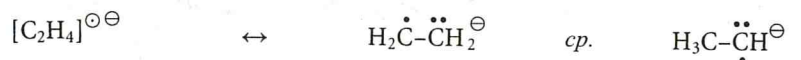
циклопента-1,3-
диен-анион(1-)пиридин-2,3-дикарбо-
новой кислоты анион(2-)бензол-1,2,3,5-
тетраол-анион(3-)

2.2.7.5. Анион-радикалы

Эти частицы также можно получить четырьмя различными путями:

- 1) присоединением электрона к нейтральной структуре;
- 2) удалением протона из радикала;
- 3) присоединением гидрид-иона и одновременным удалением атома водорода из родоначальной структуры;
- 4) одновременным удалением протона и атома водорода из родоначальной структуры, иногда включая (как в случае аренов) формальное дигидрирование.

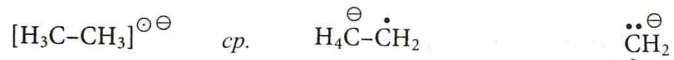
Далее название строится описательно как **...радикал-анион** (путь 1) или с использованием комбинаций суффиксов **...уидил** (3) и **...идил** (4). Обозначение, отражающее путь 2, является комбинацией с суффиксом **...илид**, который, к сожалению, уже использован в названии класса соединений, известных как **реагенты Виттига**, и его не следовало бы здесь применять (см. разд. 2.2.7.7). При рассмотрении структур с делокализованными электронами поступают точно так же, как в случае аналогичных катион-радикалов.



- 1) этен-анион-радикал
- 3) этенуидил
- 4) этанидид

этан-2-ид-1-ил

этан-1-ид-1-ил



- 1) этан-анион-радикал
- 3) этануидил

этан-2-уид-1-ил

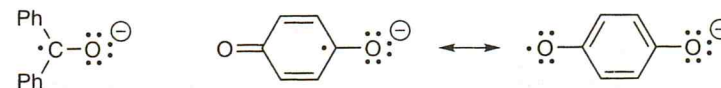
- 1) λ^2 -метан-анион-радикал
- 3) λ^2 -метануидил
- 4) метанидид



пиридин-анион-радикал

1,4-дигидропиридин-1-ид-4-ил

Используя табл. 11, можно легко давать систематические названия более сложным ион-радикалам, например ион-радикалам типа **кетила**.



- 1) бензофенон-анион-радикал
- 4) оксидодифенилметил или оксиданидил-фенилметил

пара-бензохинон-анион-радикал
1-оксидо-4-оксоциклогекса-2,5-диенил или 1-оксиданидил....

то же

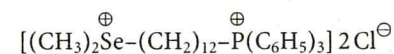
4-оксидофенилоксил или 4-оксиданидил-фенилоксиданил

2.2.7.6. Соединения с двумя (или более) центрами, несущими одинаковый заряд

Если в одном соединении имеется два (или более) катионных или анионных центра, то некоторые из этих структурных элементов должны быть отражены в названии как приставка. В случае катионов с названиями, оканчивающимися на **...ий**, часть полного названия соединения, соответствующая этому катиону и предшествующая остальному названию, в традиционном варианте оканчивается на **...ио**, а в систематическом — на **...ийил**; окончания названий на **...ат** или **...ид** изменяются на **...ато** или **...идил** соответственно. Старшинство катионов определяют следующим образом:

1. $\text{C} > \text{N} > \text{P} > \text{As} > \text{Sb} > \text{Bi} > \text{O} > \text{S} > \text{Se} > \text{Te} > \text{F} > \text{Cl} > \text{Br} > \text{I}$;
2. циклическая структура старше ациклической.

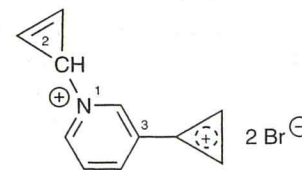
Старшинство анионов определяют в соответствии с табл. 7.



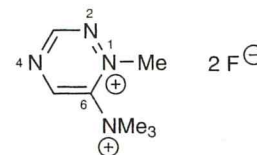
(12-диметилселенонио-додецил)трифенилфосфоний-дихлорид

Систематическое название:

(12-диметилселаниумилдодецил)-трифенилфосфаний...



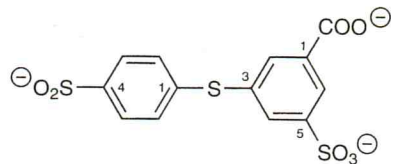
[1-(циклопроп-2-енил)пиридиний-4-ил]циклопропенилиддибромид



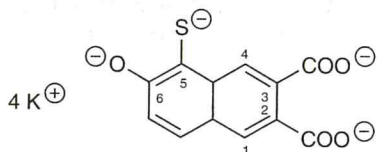
1-метил-6-триметиламмоний-1,2,4-триазиний дифторид

Систематическое название:

...6-триметил-азанийил-...



3-(4-сульфинато-
фенилсульфанил)-5-
сульфонатобензоат тринатрия

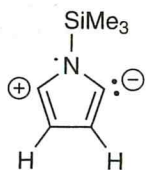


6-оксидо-5-сульфидонафталин-
2,3-дикарбоксилат тетракалия

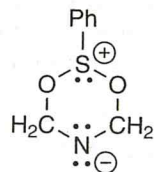
Систематическое название:
...6-оксиданидил-5-
сульфанидил-...

2.2.7.7. Соединения с положительно и отрицательно заряженными центрами (цвиттер-ионы)

Если имеются центры с различными зарядами, то к основному названию просто добавляют подходящие суффиксы из табл. 11.

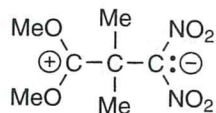


1-триметилсилилпир-
рол-5-илий-2-ид

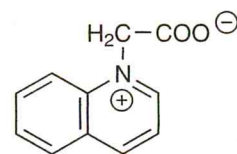


1-фенил-1,3,2,5-
диоксатиазинан-
2-ий-5-ид

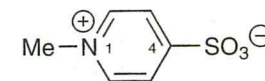
Для таких соединений существует три различных способа построения названий в зависимости от того, как формально образуется цвиттер-ион: а) катион образуется квазизамещением в анионе; б) анион присоединен к катиону (с названием оканчивающимся на ...ий или ...илий); в) для этого случая в Chem. Abstr. используется «внутренняя соль».



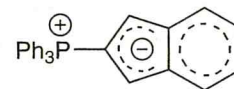
а) 2-(диметоксиметил)-2-
метил-1,1-динитропропан-1-ид;
3,3-диметокси-2,2-диметил-1,1-
динитропропан-3-илий-1-ид



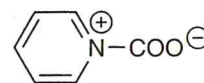
а) (1-хинолинио)ацетат
Систематическое название:
(хинолин-1-ийил)...
Chem. Abstr.: внутренняя
соль 1-(карбоксиметил)-
хинолинийгидроксида



б) 1-метилпиридиний-4-
сульфонат
Chem. Abstr.: внутренняя
соль 1-метил-4-
сульфопиридинийгидроксида

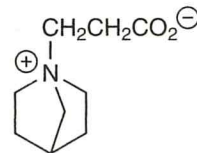


а) 2-(трифенилфосфонио)инденид
Систематическое название: ...фосфанийил
Тривиальное название:
2-(трифенилфосфоний)инденилид

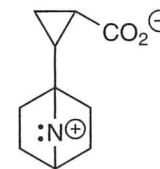


а) (1-пиридинио)формиат
Систематическое название:
(пиридин-1-ийил)формиат
б) пиридиний-1-карбоксилат
Chem. Abstr.: внутренняя соль
1-карбоксипиридинийгидроксида

Для составления названий цвиттер-ионов можно также использовать заменительную номенклатуру, хотя этот подход может показаться устаревшим с учетом универсальных указаний из табл. 11.

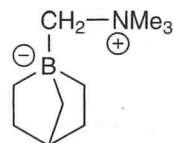


3-(1-азониабикло[2.2.1]-
гептан-1-ил)пропаноат
а) 3-(1-азабикло[2.2.1]-
гептан-1-ийил)...

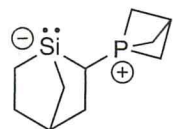


2-(7-азанилиабикло[2.2.1]-
гептан-1-ил)циклопропан-
карбоксилат
а) 2-(7-аза...-7-илий-1-ил)...

Для последних двух примеров в Chem. Abstr. определенно используют термин «внутренняя соль».

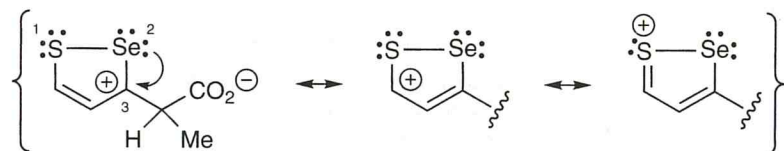


1-(триметиламмонийметил)-
1-боратабикало[2.2.1]гептан
а) 1-(триметилазанийметил)-
1-борабикало[2.2.1]гептан-1-ид

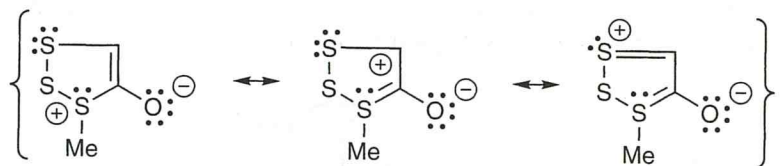


2-(1-фосфониабикало[1.1.1]пентан-1-ил)-1-
силанидабикало[2.2.1]гептан
а) 2-(1λ⁵-фосфабикало[1.1.1]пентан-1-
илийил)-1-силиабикало[2.2.1]гептан-1-ид

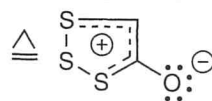
Как и ранее, названия систем с делокализованными электронами можно построить только на основе названий преобладающей и/или наиболее вероятной структуры.



а) 2-(3Н-1,2-тиаселенол-3-илий)пропаноат
Chem. Abstr.: внутренняя соль 3-(1-карбоксиэтил)-
1,2-тиаселенолийгидроксида



а) 3-метил-1,2,3-тритиолий-4-илокс(идан)ид
б) 3-метил-1,2,3-тритиолий-4-олат
Chem. Abstr.: внутренняя соль 5-гидрокси-1-
метил-1,2,3-тритиолийгидроксида .

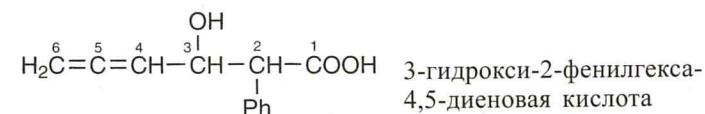


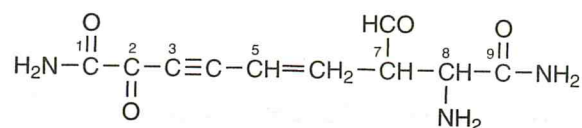
3 Краткое изложение общих правил номенклатуры наиболее важных традиционных классов соединений (родона начальная структура с заместителями)

Поскольку при составлении названий соединений одного и того же класса все еще широко используются различные номенклатуры, необходимо обратить внимание на общие принципы номенклатуры классов соединений. Отдельно будут рассмотрены только те классы соединений, названия которых нельзя составить, просто используя табл. 8. Часто встречающиеся **тривиальные названия** приведены в таблицах в приложении. Другие классы соединений представлены в примерах. Следует упомянуть, что по **заместительной номенклатуре** названия классов соединений не всегда входят в соответствующие названия индивидуальных соединений, как это имеет место в случае спиртов, простых эфиров, кетонов и т. д.

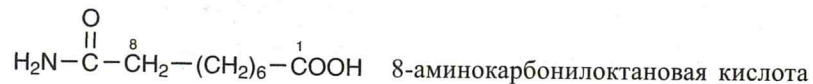
3.1. Карбоновые кислоты, сульфоновые кислоты и другие классы соединений и их производные

Заместительная номенклатура позволяет составлять названия карбоновых кислот двумя способами в зависимости от того, включен ли атом углерода функциональной группы в название родона начального соединения или нет. Для ациклических кислот обычно предпочитают первый вариант, если присутствует не больше двух карбоксильных групп. В названиях циклических карбоновых кислот функциональная группа всегда обозначается суффиксом.

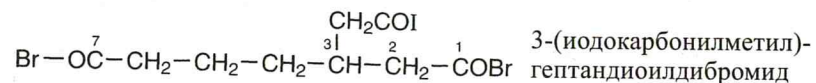




8-амино-7-формил-2-оксонон-5-ен-3-индиамид

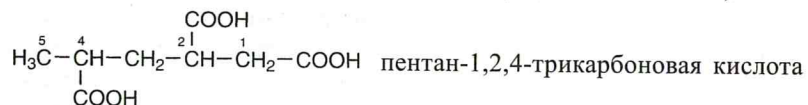


8-аминокарбониллоктановая кислота

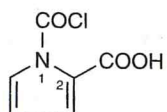
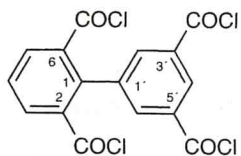


3-(иодокарбонилметил)-гептандионилдибромид

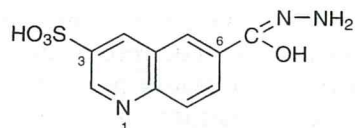
В Chem. Abstr. приняты полностью систематические названия и для боковых цепей, что в вышеприведенном примере приводит к следующему названию заместителя: 3-(2-иод-2-оксоэтил)...



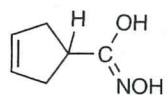
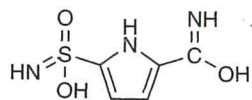
пентан-1,2,4-трикарбоновая кислота

1-(хлоркарбонил)-соответственно
1-(хлороксометил)пиррол-2-карбоновая кислота

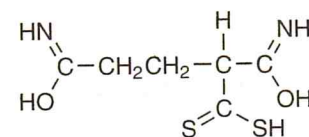
бифенил-2,6,3',5'-тетракарбонилтетрахлорид



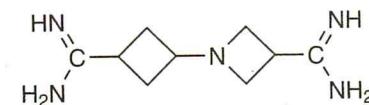
3-сульфохинолин-6-карбогидразоновая кислота

циклопент-3-енкарбогидроксимовая кислота
Chem. Abstr.: N-гидроксициклопент-3-енкарбоксимидовая кислота

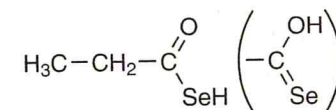
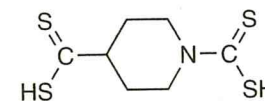
5-[гидрокси(имино)сульфинил]-1Н-пиррол-2-карбоксимидовая кислота



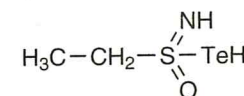
2-(дитиокарбокси)-пентанди(имидовая кислота)

1-(3-амидиноциклобутил)-азетидин-3-карбоксамидин
Chem. Abstr.:
1-[3-(аминоиминометил)-циклобутил]-азетидин-3-карбоксимидамид

Используют следующие тривиальные названия тиокислот и их Se- и Te-аналогов: (ди, три)тиокарбоновая, тиомуравьиная, тиоуксусная, тиобензойная и т. д. кислота; систематические названия таких кислот образуют в соответствии с табл. 8.

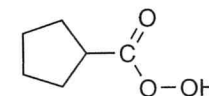
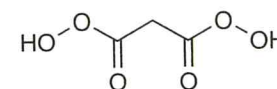
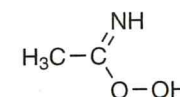
пропанселеновая кислота
(пропанселеновая O-кислота)

пиперидин-1,4-бис(карбодитионовая кислота)

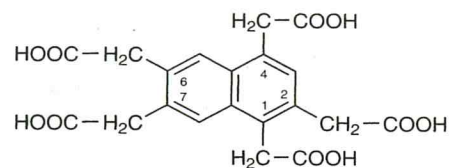


этансульфонимидотеллуровая кислота

Аналогично «перкислоты» можно называть тривиальными названиями или по систематической номенклатуре: пер(или перокси)-карбоновая, пермуравьиная и т. д. кислота.

циклопентанпероксикарбоновая кислота
Chem. Abstr.: циклопентанкарбопероксикислотапропанди(пероксикислота)
или дипероксипропандиовая кислотаэтанимидопероксикислота
Тривиальное название: перокси-ацетимидовая кислота

Соединительная номенклатура особенно удобна для систем с несколькими одинаковыми функциональными группами; в Chem. Abstr. ее обычно используют для насыщенных линейных монокарбоновых кислот с циклическими заместителями.

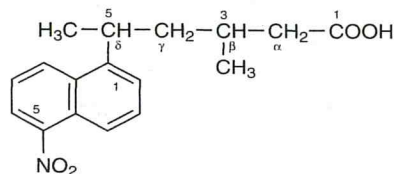


Соединительная номенклатура:

нафталин-1,2,4,6,7-пентауксусная кислота

Заместительная номенклатура:

нафталин-1,2,4,6,7-пентаилпентауксусная кислота



Заместительная номенклатура:

3-метил-5-(5-нитро-1-нафтил)-гексановая кислота

Соединительная номенклатура:

β , δ -диметил-5-нитронафталин-1-пентановая кислота

Полуамиды и полуальдегиды карбоновых кислот с тривиальными названиями называют **...амидо-** или **альдегидокислотами** соответственно.



альдегидомалоновая кислота

Систематическое название:

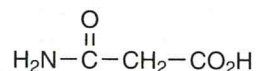
3-оксoproпановая кислота



4-нитрозофтал-аминовая кислота

Систематическое название:

2-аминокарбонил-4-нитрозобензойная кислота

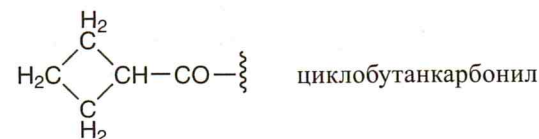


амидомалоновая кислота

Систематическое название:

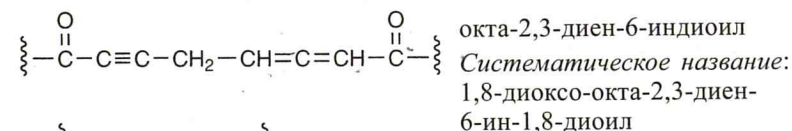
3-амино-3-оксoproпановая кислота

Заместители («радикалы»), получаемые из кислот и их производных удалением $-\text{OH}$ из функциональной группы, обычно называют **ацильными группами**; индивидуальные названия получают, изменяя **...ая кислота** на **...ил** или **...оил** и **карбоновая кислота** на **...карбонил**. Полученные таким образом названия можно также использовать в радикало-функциональной номенклатуре (номенклатуре по классам соединений).

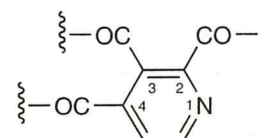


циклобутанкарбонил

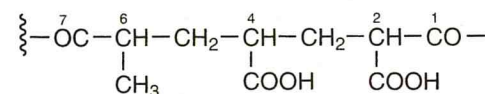
Приведенное выше название используют только при наличии ацильной группы, например в случае ацилгалогенидов и т. п.; во всех остальных случаях следует читать: **циклобутилкарбонил**.



Систематическое название:
1,8-диоксо-окта-2,3-диен-6-ин-1,8-диоил

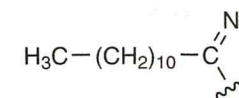


пиридин-2,3,4-трикарбонил



2,4-дикарбокси-6-метилгептандиоил

Систематическое название: 1,7-диоксо-2,4-ди... гептан-1,7-диил

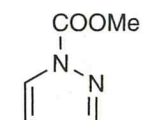
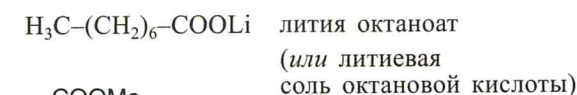


додеканимидоил

Систематическое название:

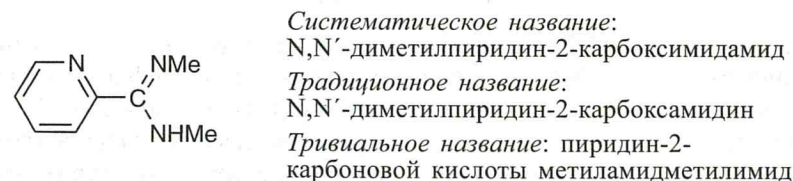
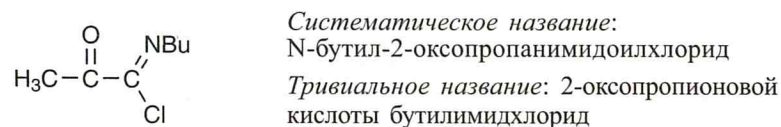
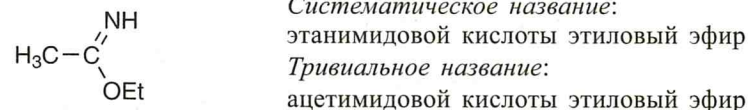
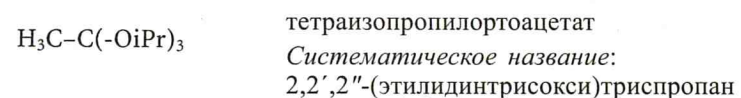
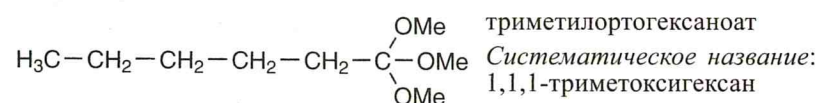
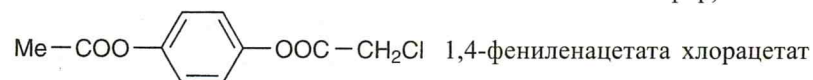
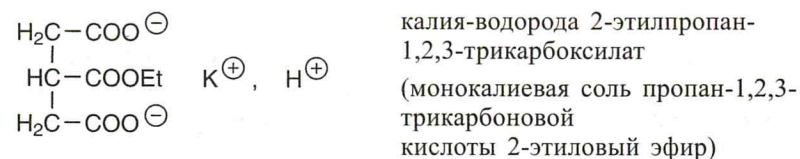
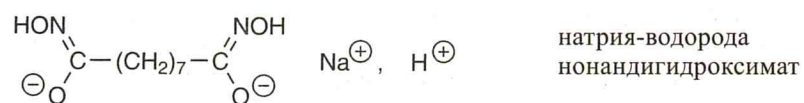
1-иминододецил

Названия солей и эфиров карбоновых кислот и родственных соединений составляют, помещая название металла или этерифицирующей группы перед названием аниона кислоты и отделяя его пробелом. Если присутствуют обе функции, то их указывают по правилам старшинства. В сложных случаях можно также использовать названия **...соль** или **...эфир ...кислоты**. (Аналогичные правила справедливы и для других производных кислот, таких как амиды и нитрилы.)

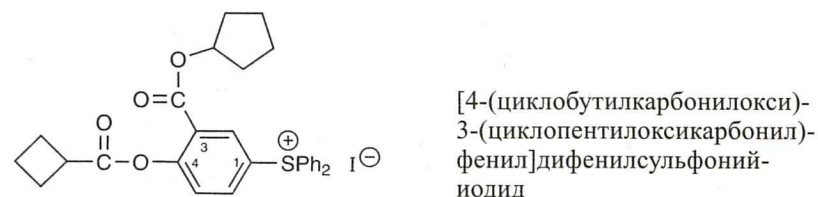


метилпиразол-1-карбоксилат

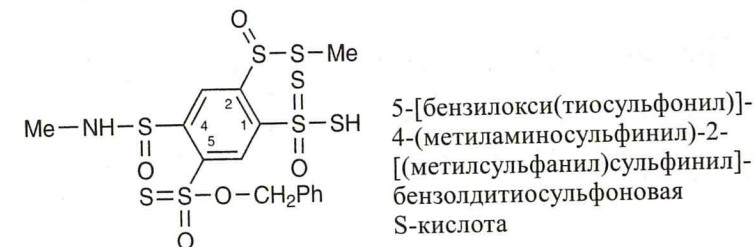
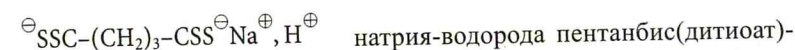
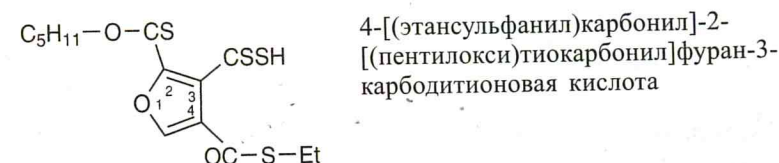
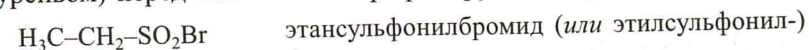
(или метиловый эфир пиразол-1-карбоновой кислоты)



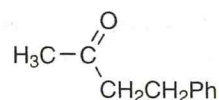
Если присутствует старшая функциональная группа, то наличие сложноэфирной группы обозначают приставкой.



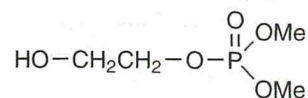
В случае тиокарбоновых и сульф(он, ин, ен)овых кислот, а также их производных поступают аналогично; если необходимо, положение этерификации обозначают буквенным локантом (выделенным курсивом) перед названием этерифицирующей группы.



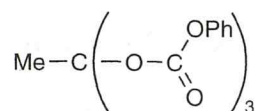
Хотя вышеприведенные правила позволяют называть все типы эфиров единообразно, при составлении указателей необходимо использовать ряд дополнительных правил. Например, не очень целесообразно размещать эфир уксусной кислоты с очень сложным спиртом под ключевым словом «карбоновая кислота», которое в указателе расположено раньше в соответствии с порядком старшинства классов соединений. Поэтому в Chem. Abstr. все спирты и кислоты оценивают по более или менее произвольно выбранному критерию сложности (подробнее см. указатели Chem. Abstr.); далее на основе этой оценки решают, в каком разделе следует разместить этот эфир. И опять же название, под которым соединение размещено в указателе, в большей степени является описанием изменений родоначальной структуры, чем названием, составленным по номенклатурным правилам. Несколько примеров могут проиллюстрировать это.



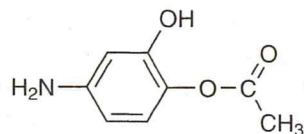
уксусная кислота, эфиры,
2-фенилэтиловый эфир



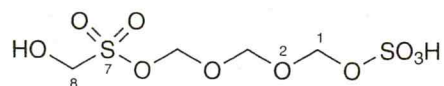
фосфорная кислота, эфиры,
2-гидроксиэтил-
диметиловый эфир



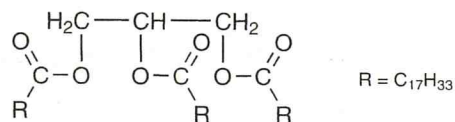
этан-1,1,1-триол, эфиры,
трибензоат



4-аминобензол-1,4-диол,
1-ацетат



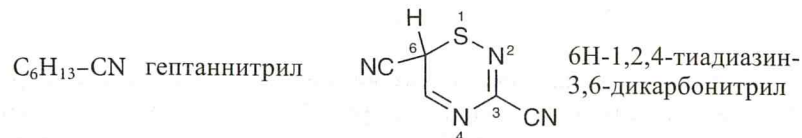
2,4,6-триокса-7-тиаоктан-1,8-диол,
моно(гидросульфат)-7,7-диоксид



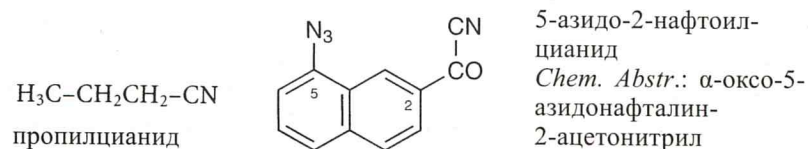
октадекановая кислота, эфиры,
пропан-1,2,3-трииловый эфир

3.2. Нитрилы, изоцианиды и аналогичные соединения

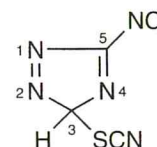
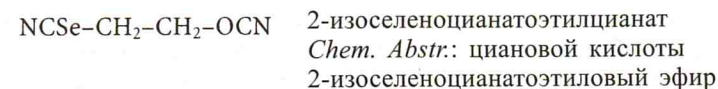
Названия нитрилов, как и карбоновых кислот, можно составлять двумя способами: с учетом или без учета атома углерода функциональной группы в названии исходного соединения.



Названия нитрилов карбоновых кислот с тривиальными названиями традиционно оканчиваются на **...онитрил**: ацетонитрил, пропионитрил, бутиронитрил и т. д. Применение **радикало-функциональной номенклатуры**, которую (все еще) обычно используют для таких соединений, приводит к названиям типа **...илцианиды**.



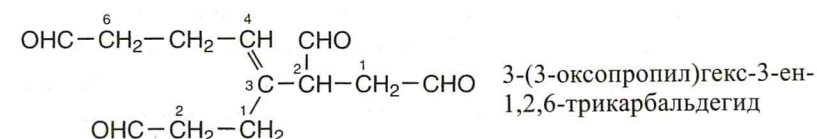
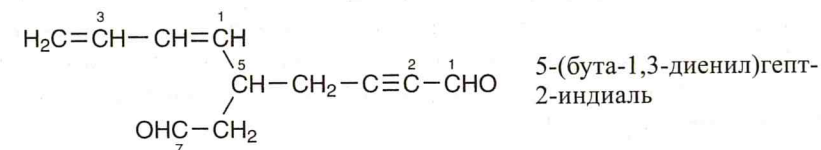
Названия изоцианидов и аналогичных соединений составляют исключительно с использованием радикало-функциональной номенклатуры, то есть с указанием функционального класса при условии, что функциональная группа не обозначена приставкой.



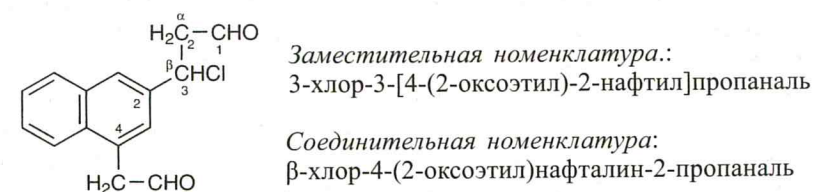
3-тиоцианато-3Н-1,2,4-триазол-5-илизоцианид
Chem. Abstr.: 3-тиоцианато-5-изоциано-3Н-1,2,4-триазол

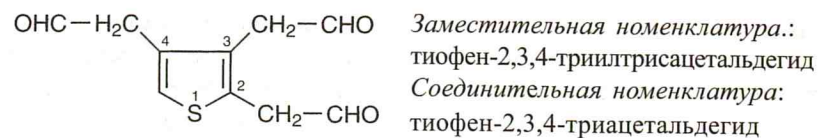
3.3. Альдегиды и кетоны

Для составления названий альдегидов и кетонов используют два подхода точно так же, как и в случае кислот, нитрилов и т. п.

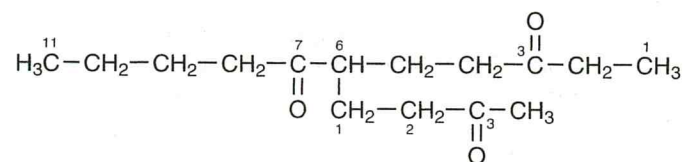


Для ациклических альдегидов, содержащих циклические заместители, в *Chem. Abstr.* употребляют названия, полученные при использовании соединительной номенклатуры.

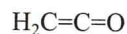




Для составления названий **кетонов** существует много способов, ограниченных областями применения не слишком строго. Правила заместительной номенклатуры наиболее единообразны, и поэтому они предпочтительны.



6-(3-оксобутил)ундекан-3,7-дион

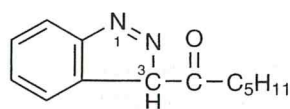


этенон (кетен)



пента-1,4-диен-1,5-дион

Заместительную номенклатуру также применяют, когда кетогруппа одной связью соединена с циклической структурой. Чтобы не нарушать правила, можно прибегнуть к уловке: переименовать алканаль, **не** замещенный в положении 1, предположив, что у него есть там заместитель, т. е. записать название как бы замещенного соединения: алкан-1-он.



Заместительная номенклатура:

1-(3Н-индазол-3-ил)-гексан-1-он

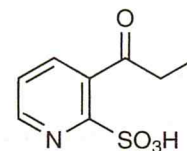
Радикало-функциональная номенклатура:

(3Н-индазол-3-ил)-пентилкетон (см. ниже)

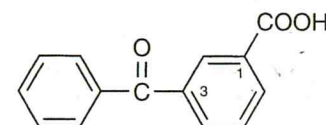
Это приводит к неожиданному, но однозначному выводу, что кетоны, в которых функциональная группа связана с двумя циклическими фрагментами, следует рассматривать как производные замещенного родоначального соединения **метанон** (вместо незамещенного **метанала**), который в указателе индексируется как таковой (в Chem. Abstr.). Соответственно традиционные названия (по радикало-функциональной номенклатуре), такие как дифенил**кетон** (бензофенон), можно легко трансформировать в названия, построенные по правилам заместительной номенклатуры – дифенил**метанон**.

Если присутствуют функциональные группы, которые старше кетонной, последнюю обозначают соответствующей приставкой.

Сохраняются только следующие классические названия: формил, ацетил и бензоил; все другие заместители с кетогруппой рассматриваются как **н-оксоалкильные группы**.

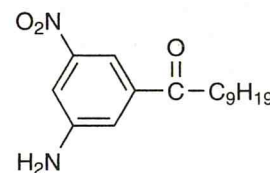


3-(1-оксопропил)пиридин-2-сульфовая кислота



3-бензоилбензойная кислота

Традиционные окончания **...офенон** и **...онафтон** все еще используются для кетонов, содержащих бензольный или нафталиновый фрагмент.

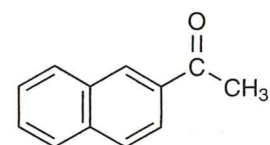


3'-амино-5'-нитродеканофенон

Заместительная номенклатура:

1-(3-амино-5-нитрофенил)декан-1-он

Радикало-функциональная: (3-амино-5-нитрофенил)нонилкетон (см. ниже)



2-ацетонафтон

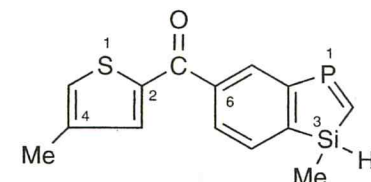
Заместительная номенклатура:

2-нафтилэтанон

Радикало-функциональная номенклатура:

метил-(2-нафтил)кетон (см. ниже)

Названия монокетонов наиболее просто составлять по **радикало-функциональной номенклатуре**, согласно правилам которой в полном названии слово **кетон** должно следовать после названия соответствующих заместителей. Как было показано выше, по номенклатуре **функциональных классов** название, полученное таким образом, можно легко трансформировать в название по заместительной номенклатуре, заменяя **...кетон** на **...метанон**.



(3-метил-3Н-1,3-бензофосфасилол-6-ил)(4-метил-2-тиенил)кетон

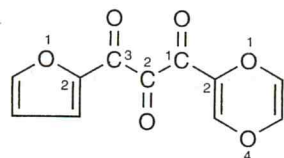
Заместительная номенклатура:..

...метанон



циклобутан-1,3-ди-(илиден)бисметанон!

Поликетоны, в которых цепь с кетонными группами связана с обоих концов с циклами, называют по **заместительной** или **радикало-функциональной** номенклатуре.

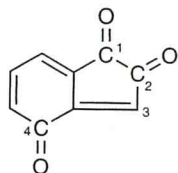


1-(1,4-диоксин-2-ил)-3-(2-фурил)пропан-трион
или (1,4-диоксин-2-ил)(2-фурил)трикетон

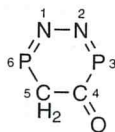
Для составления названий **циклических кетонов** обычно используют заместительную номенклатуру. Если CH_2 -группы присутствуют в родоначальной циклической системе или могут быть генерированы формальным ди-, тетра- и т. д. гидрированием, то процедура ничем не усложняется. Если при превращении CH -группы в CO -группу необходимо дополнительно ввести водород, то это должно быть отражено в названии с помощью «**добавленного**» **водорода**. В таких исключительных случаях CO -группы старше, чем добавленный водород.



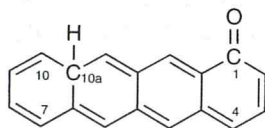
циклопропенон



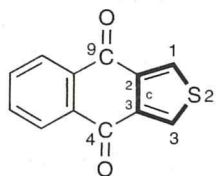
инден-1,2,4-трион
Более точно, но без ненужных излишеств:
1Н-инден-1,2(4Н),4-трион



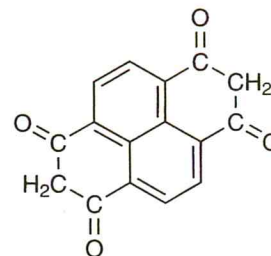
1,2,3,6-диазадифосфинин-4(5Н)-он
Ранее: 1,2,3,6-диазадифосфорин-4(5Н)-он



нафтацен-1(10аН)-он



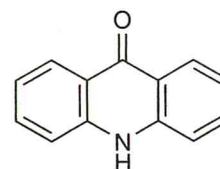
нафто[2,3-с]тиофен-4,9-дион



пирен-1,3,6,8(2Н,7Н)-тетрон

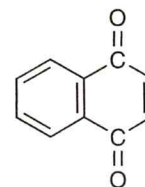
Примечание.

Для ряда кетонов, производных гетероциклических соединений, названия которых оканчиваются на **...идин** и **...олин**, сокращенные суффиксы **...идон** и **...олон** все еще часто используются вместо систематических **...идинон** и **...олинон**, например: пиридон, а не пирролидинон; хинолон, а не хинолинон; пиперидон, а не пиперидинон; пирролидон, а не пирролидинон и т. д. Рекомендуется также использование соответствующих систематических названий.

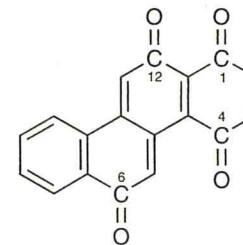


акридин-9(10Н)-он,
а не 9-акридон

В названиях ареновых ди- и тетракетонов с типичными хиноидными структурами присутствуют суффиксы **...хинон**, **...дихинон** и т. д.; при этом иногда меняется также название родоначального соединения.

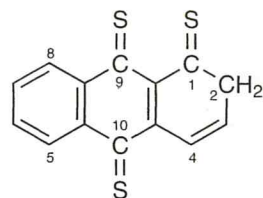
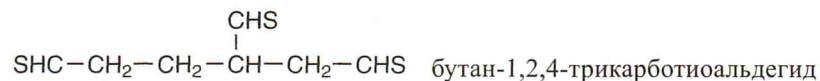


1,4-нафтохинон
(нафталин-1,4-дион)



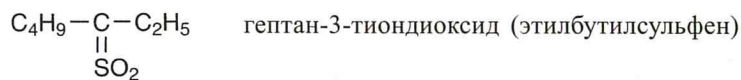
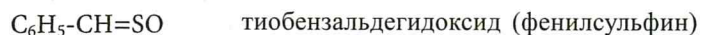
1,4,6,12-хризендихинон
(хризен-1,4,6,12-тетрон)

Применение этих правил для составления названий **тиоальдегидов** и **тиокетонов** не вызывает трудностей, как показано на приведенных ниже двух примерах.

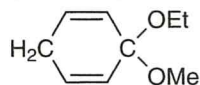


антрацен-1,9,10(2H)-тритион

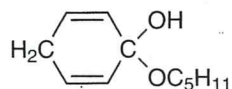
Тиоальдегиды и тиокетоны, окисленные по атомам серы, имеют названия по аддитивной номенклатуре, такие как **тиоальдегид**, **оксид**, **диоксид** и **тиокетонксид** и **диоксид** соответственно. Используются также традиционные названия этих соединений – **сульфины** и **сульфены**.



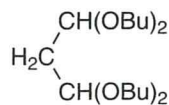
Ацетали и кетали, как и ортоэфиры, можно или просто назвать как производные указанных карбонильных соединений или назвать по заместительной номенклатуре как **...оксипроизводные** самой старшей реально имеющейся родоначальной структуры. Полуацетали рассматривают как замещенные спирты.



циклогекса-2,5-диен-1-онэтилметилкеталь или 3-этоксид-3-метоксициклогекса-1,4-диен



1-(пентилокси)циклогекса-2,5-диен-1-ол



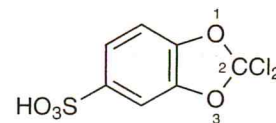
Традиционное название:

малональдегидтетрабутилацеталь

Заместительная номенклатура:

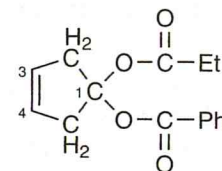
пропан-1,1,3,3-тетраилтетракис(окси)тетракисбутан (Chem. Abstr.: ...1,3-диилидентетракис...)

Циклические ацетали проще всего рассматривать как гетероциклы. Группу $\text{H}_2\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2$ традиционно называют **метилендиоксигруппой**.

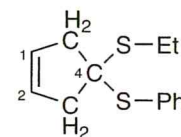


2,2-дихлор-1,3-бензодиоксол-5-сульфоновая кислота или 3,4-(дихлорметилендиокси)бензолсульфокислота

Ацилалли и **тиоацетали** необходимо называть только по заместительной номенклатуре как **эфиры** и **...илтио...**соединения соответственно.



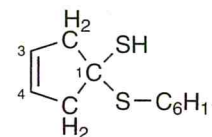
циклопент-3-енилиденбензоатпропионат



4-(этилтио)-4-(фенилтио)циклопентен

Традиционное название:

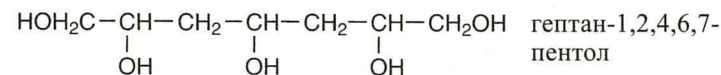
циклопент-3-ен-1-онэтилфенилдитиокеталь



1-(циклогексилтио)циклопент-3-ен-1-тиол

3.4. Спирты, фенолы и их производные

Названия спиртов и фенолов обычно составляют с использованием заместительной номенклатуры, хотя в Chem. Abstr. применяют соединительную номенклатуру, когда возможно, а именно в случае линейных спиртов с циклическими заместителями.

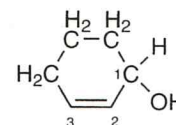


2,2,2-трихлорэтан-1,1-диол (хлоральгидрат)

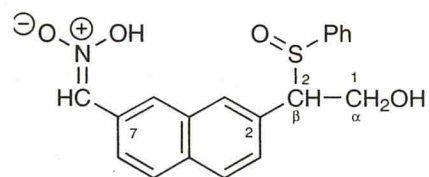


метантриол

(ортомуравьиная кислота)



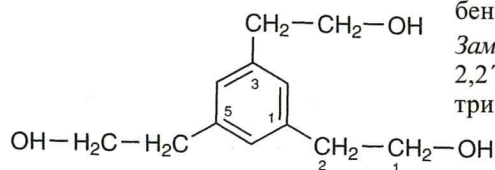
циклогекс-2-ен-1-ол



Соединительная номенклатура:
7-аци-нитрометил-β-
фенилсульфинилнаф-
талин-2-этанол

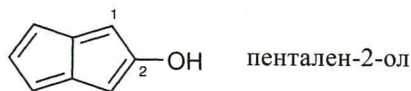
Заместительная номенклатура:
2-(7-аци-нитрометил-2-нафтил)-2-
(фенилсульфинил)этанол

(По современным правилам сочетание **аци-нитро** следует заме-
нить на **гидроксинитрорил**.)

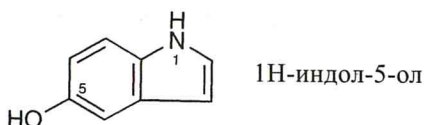


Соединительная номенклатура:
бензол-1,3,5-триэтанол

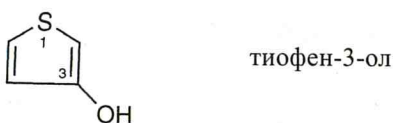
Заместительная номенклатура:
2,2',2''-(бензол-1,3,5-триил)-
трисэтанол



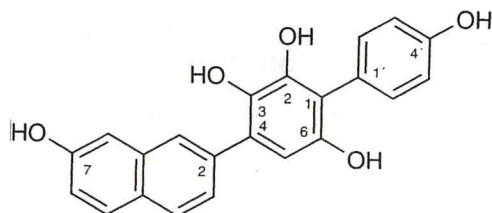
пентален-2-ол



1H-индол-5-ол

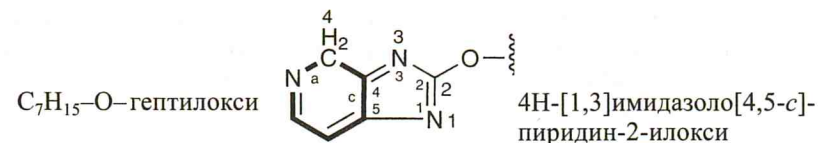


тиофен-3-ол



4-(7-гидрокси-2-нафтил)бифенил-2,3,6,4'-тетрол

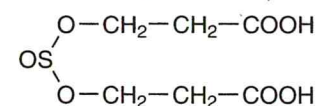
Радикало-функциональная номенклатура уже не используется, исключение составляют простые алифатические и алициклические спирты, например метиловый, пентиловый, циклогексиловый, но и в этом случае без нее можно обойтись. Названия заместителей, образующихся из спиртов, имеют окончание **...илокси**.



$C_7H_{15}O$ -гептилокси

4H-[1,3]имидазо[4,5-с]-
пиридин-2-илокси

Сохранились следующие сокращенные формы: **метокси**, **этокси**, **изопропокси**, (**изо-**, **втор-**, **трет-**)**бутокси**, **фенокси**. Бивалентные группы типа $(-O-(CH_2)_n-O-)$ называются метилен-, этилен-, триметилдиокси- и т. д. группами. Группы типа $-O-CO-O-$, $-O-SO_2-O-$ и т. п. называются карбонилдиокси, сульфонилдиокси и т. п. (см. разд. 2.2.6.2).



3,3'-(сульфинилдиокси)дипропановая
кислота

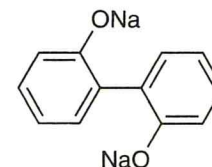
Названия солей спиртов и фенолов, названия которых оканчива-
ются на **...ол**, обычно имеют окончание **...олят**.

$(H_3C-CH_2-CH_2-O)_2Mg$ магния ди(пропан-1-олят)

$C_6H_5-CH_2-OLi$

Радикало-функциональная номенклатура:
лития бензилалкоголят

Соединительная номенклатура:
лития бензолметанолят

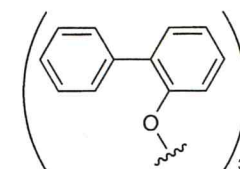


динатрия бифенил-2,2'-ди(олят)

По-другому **алкоголяты** можно называть **...оксидами** или строго по систематической номенклатуре **...оксиданидами**.

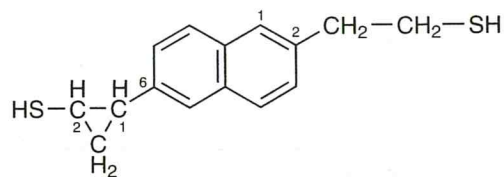
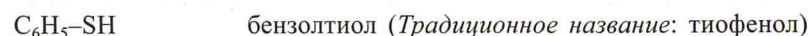
$(C_5H_{11}O)_2Ca$ кальция ди(пентилоксид)
или кальция ди(пентилоксиданид)

H_3C-O-K калия метоксид
или калия метилоксиданид



алюминия три(бифенил-2-илоксид)
[Новое название: алюминийтри(бифенил-
2-илоксиданид)]

Тиоаналоги спиртов называются **тиолами**; не следует применять традиционные названия **меркаптан** и **меркаптогруппа** (для $-SH$). В этом случае также предпочтение обычно отдают заместительной номенклатуре. Соответствующие соли называют так же, как алкоголяты.



Заместительная номенклатура:

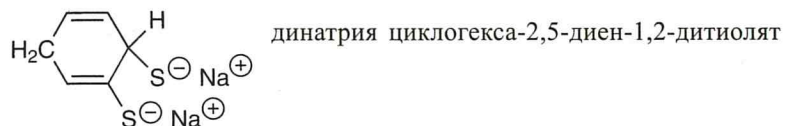
2-[6-(2-сульфанилциклопропил)-2-нафтил]этантиол

Соединительная номенклатура:

6-(2-сульфанилциклопропил)нафталин-2-этантиол

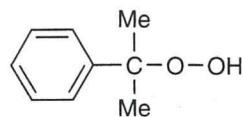
Радикало-функциональная номенклатура:

2-[6-(2-сульфанилциклопропил)-2-нафтил]этилгидросульфид



динатрия циклогекса-2,5-диен-1,2-дитиолят

Халькогеновые цепочечные структуры с одним органическим заместителем, как правило, называют по радикало-функциональной номенклатуре: **...илгидрополихалькогениды** (исключение: **...илгидропероксиды**), хотя по систематической номенклатуре их следует рассматривать как **...илполихалькогенаны**.

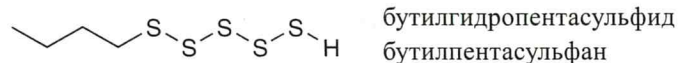


Радикало-функциональная номенклатура:

α, α -диметилбензилгидропероксид

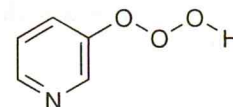
Заместительная номенклатура:

(1-фенил-1-метилэтил)диоксидан



бутилгидропентасульфид

бутилпентасульфан

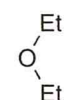


3-пиридилгидротриоксид

пиридин-3-илтриоксидан

3.5. Простые эфиры и тиоэфиры

Названия простых эфиров составляют по радикало-функциональной или заместительной номенклатуре, отдавая предпочтение в простых случаях первому способу.



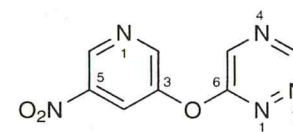
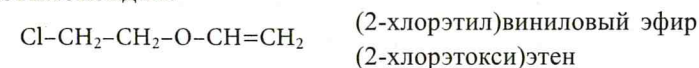
Радикало-функциональная номенклатура:

диэтиловый эфир

Заместительная номенклатура: этоксиэтан

Chem. Abstr.: оксисэтан

Приведенный пример убедительно доказывает, насколько проще систематическая номенклатура; кроме того, легче будет обучать студентов, если принять полные систематические названия для исходного родоначального гидрида (см. табл. 14); в данном случае по **заместительной** номенклатуре мы получили бы название **диэтилоксидан**.



(1,2,4-триазин-6-ил)-

(5-нитро-3-пиридил)эфир

6-(5-нитро-3-пиридилокси)-

1,2,4-триазин



диметиловый эфир гликоля –

это несистематическое название;

Радикало-функциональная номенклатура:

этилен-1,2-диметиловый эфир

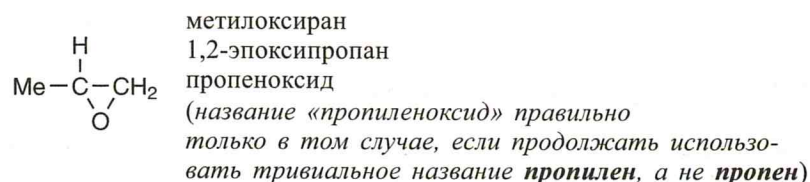
или этан-1,2-диилдиметиловый эфир!

Если две одинаковые функциональные родоначальные структуры связаны через атом кислорода, то, как правило, используют номенклатуру для **ансамблей, состоящих из одинаковых фрагментов**.



Циклическим эфирам типа **эпоксидов** можно давать названия по **аддитивной номенклатуре** – **...оксиды**; по **заместительной** – **эпокси...**

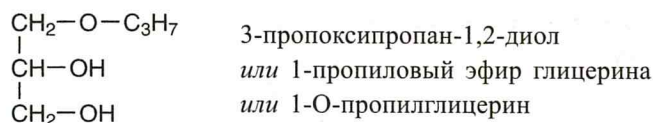
соединения (ср. с мостиковыми системами, с. 69) или, что более обычно, их можно рассматривать как **гетероциклы**.



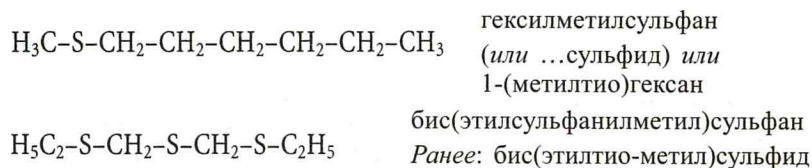
Для линейных полиэфиров и гомологов рекомендуют использовать **заместительную** номенклатуру (с. 58).



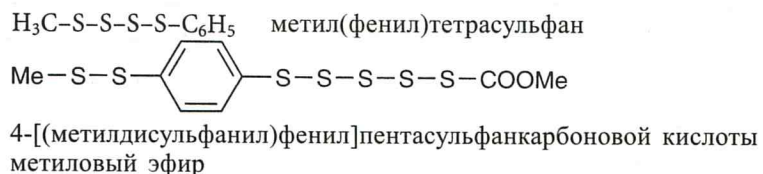
Моноэфирам многоатомных спиртов лучше давать названия по заместительной номенклатуре, но иногда можно использовать тривиальные названия, присоединяя к названию спирта термины **...мометиловый эфир** или просто **...метиловый эфир**.



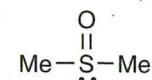
Соединения **тиоэфирного** ряда лучше всего называть **...сульфаны** и **...сульфанилпроизводные** соответственно (ранее употребляли: **...сульфиды** и **...тиопроизводные**).



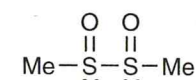
Циклические сульфиды (тиоэфиры) рассматривают как **гетероциклы** по аналогии с их кислородными аналогами. Полисульфиды, замещенные с обоих концов, называют по заместительной номенклатуре **...полисульфаны** (прежнее название: **...полисульфиды**).



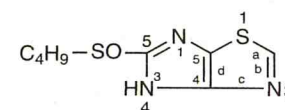
При окислении сульфидов по атому серы возможно образование соединений двух классов, традиционно называемых **сульфоксидами** и **сульфонами** соответственно. Наиболее последовательным способом составления названий этих соединений является использование **радикало-функциональной** номенклатуры, так как правила заместительной номенклатуры очень запутаны. С одной стороны, отнесение простых сульфоксидов к наиболее старшим (но функционально подчиненным) компонентам углеводородов приводит к полному игнорированию старшинства групп SO и SO₂. С другой стороны, полисульфоксиды и полисульфоны продолжают называть и заносить в указатели как таковые.



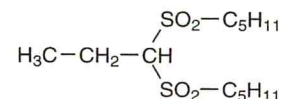
Радикало-функциональная номенклатура:
диметилсульфоксид
IUPAC: метилсульфинилметан
Chem. Abstr.: сульфанилбисметан



диметилдисульфоксид
диметилдисульфоксид
диметилдисульфоксид

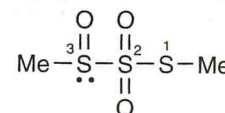


бутил-(4Н-имидазо[4,5-*d*]тиазол-5-ил)-сульфоксид
или 5-(бутилсульфинил)-4Н-имидазо[4,5-*d*]тиазол



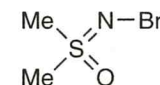
Радикало-функциональная номенклатура:
пропилиденбис(пентилсульфон)
Заместительная номенклатура:
1,1'-[пропан-1,1-диилбис(сульфонил)]-биспентан

Следует снова отметить, что строгое применение существующих правил заместительной номенклатуры позволит упростить составление названий соединений на основе универсальных **названий родоначальных гидрированных структур** (табл. 14).



диметил-1,2λ⁶,3λ⁴-трисульфан-2,2,3-трион
(диметил-1,2,3-трисульфан-2,2,3-триоксид)

Родственные иминопроизводные называют **...сульфимидами**, **...сульфоксимидами** (в Chem. Abstr. используют названия, оканчивающиеся на **...сульфимины** и **...сульфоксимины** соответственно).

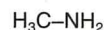


N-бром-S,S-диметилсульфоксимид

Циклические сульфоксиды и сульфоны лучше всего называть по аддитивной номенклатуре как **оксиды** и **диоксиды** соответственно (см. с. 91).

3.6. Амины, имины и их производные

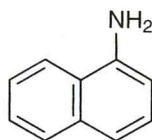
В отношении аминов правила **радикало-функциональной, соединительной** и **заместительной** номенклатур настолько беспорядочно использовались наравне друг с другом, что уже давно требовалась их унификация. Чтобы это сделать, проще всего употреблять систематическое название родоначальной гидрированной структуры с окончанием **азан**. Второй подход – заместительная номенклатура, когда названия должны быть образованы только прибавлением суффикса ...**амин** к неизмененному названию родоначального соединения. Последний подход согласуется с соответствующими обозначениями в Chem. Abstr.



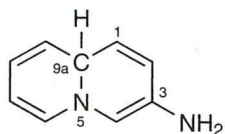
Заместительная номенклатура:
метанамин

Новое название: метилазан

Радикало-функциональная
номенклатура: метиламин



нафталин-1-амин
нафталин-1-илазан
1-нафтиламин



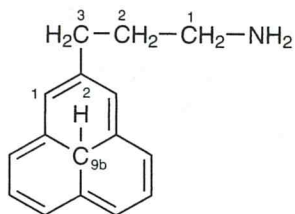
Заместительная номенклатура:

9aH-хинолизин-3-амин

Радикало-функциональная номенклатура:
9aH-хинолизин-3-иламин

Новое название: (9aH-хинолизин-3-ил)азан

Ациклические амины, содержащие циклический фрагмент на конце цепи, называют либо по **заместительной**, либо по **соединительной** номенклатуре; (название по **радикало-функциональной** номенклатуре и название с окончанием **азан** можно получить, как описано выше).



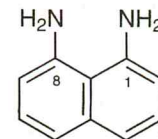
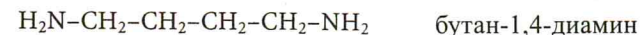
Заместительная номенклатура:

3-(9bH-фенален-2-ил)пропанамин

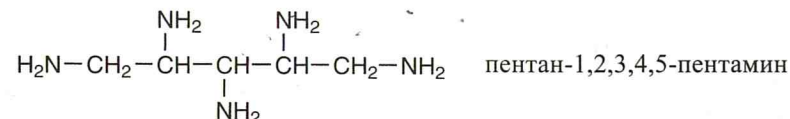
Соединительная номенклатура:

9bH-фенален-2-пропанамин

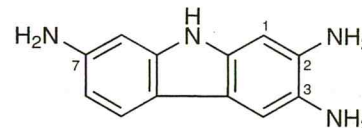
Названия первичных **диаминов** и **полиаминов** наиболее последовательно строятся по правилам **заместительной** номенклатуры.



нафталин-1,8-диамин

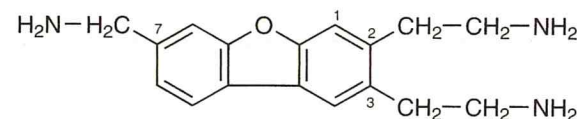


пентан-1,2,3,4,5-пентамин



карбазол-2,3,7-триамин

Если все аминогруппы находятся в **боковых цепях** циклической системы, то используют **заместительную** или **соединительную** номенклатуру.



Соединительная номенклатура:

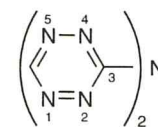
7-(аминометил)дибензофуран-2,3-бис(этанамин)

Заместительная номенклатура:

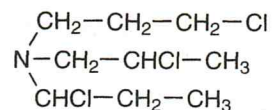
2,2'-[7-(аминометил)дибензофуран-2,3-диил]бис(этанамин)

Вторичные и третичные амины в большинстве случаев называют по **радикало-функциональной** номенклатуре таким образом, что название легко можно трансформировать в название по заместительной номенклатуре, составленное на основе названия родоначальной структуры с окончанием **азан**. По заместительной номенклатуре амины такого типа рассматриваются как продукты **N-замещения** в соответствующем самом старшем амине.

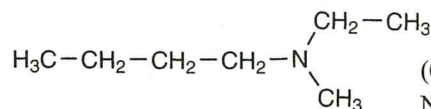
(C₆H₅)₃N трифенил-
амин
(Новое название:
трифенилазан)



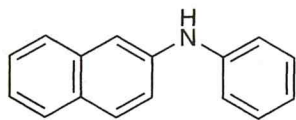
N,N-дифенилбензоламин
ди-(1,2,4,5-тетразин-3-ил)-амин
(Новое название: ...азан)
N-(1,2,4,5-тетразин-3-ил)-
1,2,4,5-тетразин-3-амин



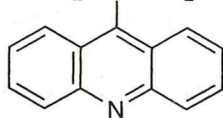
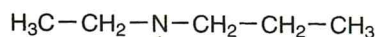
(1-хлорпропил)(2-хлорпропил)-
(3-хлорпропил)амин
(Новое название: ...азан)
1-хлор-N-(2-хлорпропил)-N-(3-
хлорпропил)пропанамин



(бутил)(этил)(метил)амин (...азан)
N-этил-N-метилбутан-1-амин

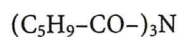


(2-нафтил)(фенил)амин (...азан)
N-фенилнафталин-2-амин



(акридин-9-ил)(этил)(пропил)-
амин (...азан)
N-этил-N-пропилакридин-9-амин

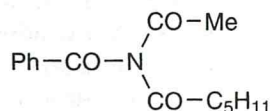
Ацилированные амины рассматривают как амиды соответствующей самой старшей кислоты.



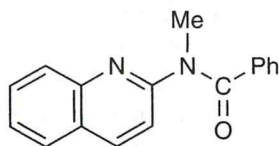
N,N-бис(циклопентилкарбонил)цикло-
пентанкарбоксамид



N-бензоилбензамид

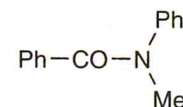


N-ацетил-N-гексаноилбензамид



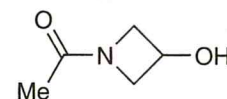
N-(хинолин-2-ил)-N-метилбензамид

Фенилзамещенные амиды кислот обычно называют **анилидами**.

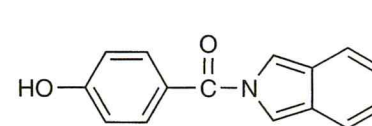


N-метилбензанилид
(N-метил-N-фенилбензамид)

Если атом азота амидной группы входит в состав кольца, то такие амиды обычно рассматривают как **ацилированные гетероциклы**, причем ранг других функций повышается, только когда они присоединены к тому же кольцу.



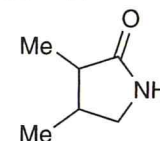
1-ацетилазетидин-3-ол



HO

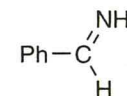
2-(4-гидроксibenзоил)-2H-индол

Для **лактамов** и аналогичных соединений в большинстве случаев используют тривиальные названия (табл. 8), хотя номенклатура гетероциклических соединений предоставляет большие возможности для составления единообразных названий.

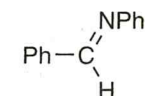


3,4-диметилпирролидин-2-он

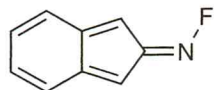
Имины — функциональный класс более низкого старшинства, поэтому их называют как таковые, если только нет других N-заместителей; в других случаях их называют **...илиден-аминами**. Если надо учитывать более старшие функциональные группы, то используют приставку **...имино**. Значительно проще строить полностью систематическое название на основе названия **азан**.



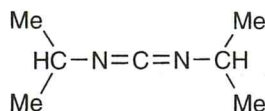
Заместительная номенклатура:
фенилметанимин
Соединительная номенклатура:
бензолметанимин
Новое название:
(фенилметилден)азан



Систематическое название:
N-(фенилметилден)-бензоламин
Традиционное название:
бензилиден- или бензальанилин
Новое название:
фенил(фенилметилден)азан



N-фтор-2H-инденимин
[фтор-(2H-инден-2-илиден)азан]



4-(фенилиминометил)бензолсульфонамид
[4-(фенилазанилиденметил)...]

Систематическое название:
N,N'-метанди(илиден)бис(пропан-2-амин)

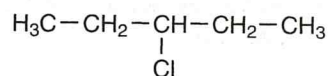
Chem. Abstr.: ...метантетраилбис...

Традиционное название:
N,N'-диизопропилкарбодимид

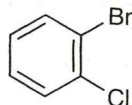
Новое название:
метанди(илиден)-бис(пропан-2-илазан)

3.7. Галогенпроизводные

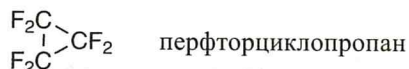
Соединения с галогенами обычно следует называть по заместительной номенклатуре; полное замещение обозначают приставкой **пер-**.



3-хлорпентан



1-бром-2-хлорбензол
(o-бромхлорбензол)



перфторциклопропан

Для некоторых простых галогенсодержащих соединений все еще широко используются названия по **радикало-функциональной** номенклатуре.

$\text{H}_3\text{C}-\text{I}$ метилиодид (иодметан)

$\text{BrH}_2\text{C}-\text{CH}_2\text{Br}$ этилендибромид (1,2-дибромэтан)

$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CHCl}_2$ бензилидендихлорид

Традиционное название: бензальхлорид

В некоторых случаях сохраняются названия по аддитивной номенклатуре, хотя они не очень понятны.

$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CHBr}-\text{CHBr}-\text{C}_6\text{H}_5$ стильбендибромид
(1,2-дибром-1,2-дифенилэтан)

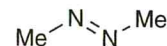
Chem. Abstr.: 1,2-дибромэтан-1,2-диилбисбензол

3.8. Соединения с цепочками из атомов азота

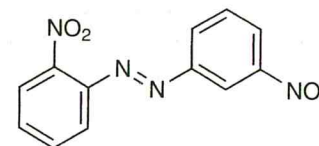
3.8.1. Азо- и азоксисоединения

В отношении **азо-** и **азоксисоединений** существовал четкий и систематизированный подход к составлению их названий, основанный на названии высоколетучего родоначального гидрида **диазена**; есть несколько привычных, но устаревших и очень запутанных способов, которые до сих пор используются (даже в Chem. Abstr.!). Это требует более подробного обсуждения.

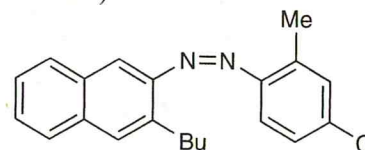
Не вызывает сомнения использование названия **диазены** для производных, содержащих углеводородные, алкокси- и подобные заместители или непосредственно присоединенные старшие функциональные группы.



диметилдiazен
(Традиционное название:
азометан)



(2-нитрофенил)(3-нитрофенил)дiazен
(Традиционное название:
2,3'-динитроазобензол)

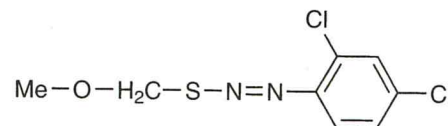


Систематическое название:

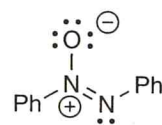
(3-бутилнафталин-2-ил)(4-хлор-2-метилфенил)дiazен

Прежнее название: 2-бутил-3-(4-хлор-2-метилфенилазо)нафталин

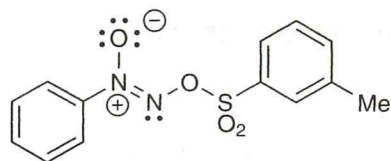
Традиционное название: 3-бутилнафталин-2-азо(4'-хлор-2'-метилбензол)



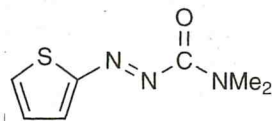
(2,4-дихлорфенил)(метоксиметилсульфанил)дiazен



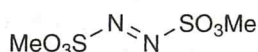
дифенилдiazеноксид
(азоксибензол)



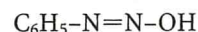
1-[(3-метилфенилсульфонил)-окси]-2-фенилдиазен-2-оксид



N,N-диметилтиофен-2-ил-диазенкарбоксамид

диазендисульфоновой кислоты диметил-
овый эфир или диметилдиазендисульфонат
(азодисульфоновой кислоты диметил-
овый эфир или диметилазодисульфонат)

Первые нестыковки появляются при рассмотрении ковалентных изомеров арендиазониевых солей, которые называются **арилдиазенолами** по номенклатуре IUPAC, но в Chem. Abstr. **арилгидроксидиазанами**.



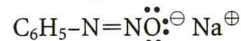
Систематическое название:

фенилдиазенол

Chem. Abstr.: гидроксидиазен(фенил)

Традиционное название:

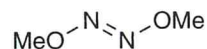
бензодиазогидроксид



натрия фенилдиазенолат,
гидроксидиазен(фенил),
натриевая соль

натрия бензодиазотат

Другой подход используется для составления названий диалкоксизамещенных диазенов, которые в Chem. Abstr. рассматриваются как **эфиры гипонитроксилов**.



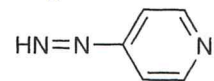
Систематическое название:

диметоксидиазен

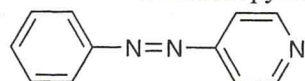
Chem. Abstr.: гипонитроксиловы

диметил-овый эфир

К сожалению, ситуация становится еще хуже: если можно дать название, решив рассматривать азопроизводные азотсодержащих циклов как **диазенилзамещенные гетероциклы**, вследствие преимущества циклов перед цепями остается совершенно непонятным, почему в названии есть **незамещенная диазенильная группа**, в то время как **замещенная называется ...илазогруппой**.



4-диазенилпиридин

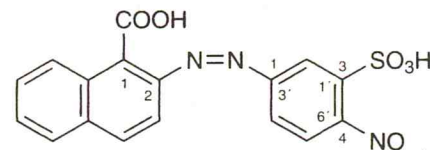


Систематическое название:

4-(фенилдиазенил)пиридин

Chem. Abstr.: 4-(фенилазо)пиридин

Если присутствуют более старшие функциональные группы, то в Chem. Abstr. используют исключительно традиционное обозначение: **...азо...**



Систематическое название:

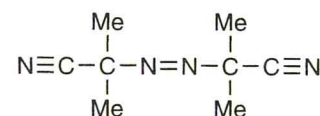
2-[(4-нитро-3-сульфофенил)диазенил]нафталин-1-карбоновая кислота

Chem. Abstr.:

2-(4-нитро-3-сульфофенилазо)нафталин-1-карбоновая кислота

Традиционное название:

1-карбоксинафталин-2-азо-3'-(6'-нитрозобензолсульфоновая кислота)



Систематическое название:

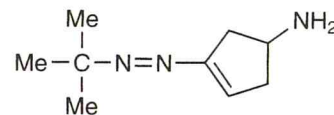
2,2'-диметил-2,2'-

диазенилбис(пропаннитрил)

Chem. Abstr.:

2,2'-азобис(2-метилпропаннитрил)

Традиционное название: азобизобутиронитрил

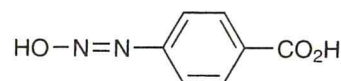


Систематическое название:

3-[(1,1-диметилэтил)-

циклопент-3-ен-1-амин

Chem. Abstr.: 3-[(1,1-диметилэтил)азо]...

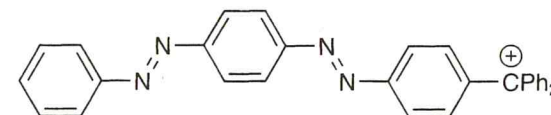


Систематическое название:

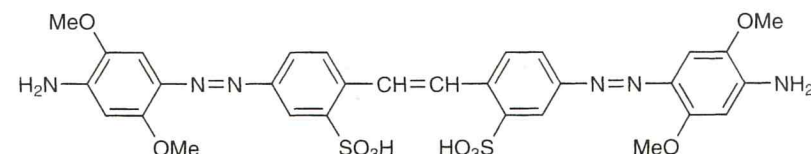
4-(гидроксидиазенил)бензойная кислота

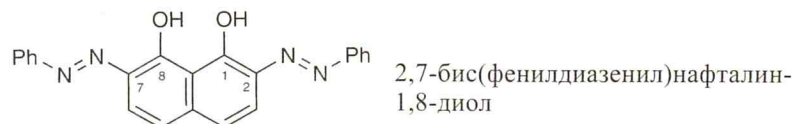
Chem. Abstr.:

4-(гидроксиазо)бензойная кислота

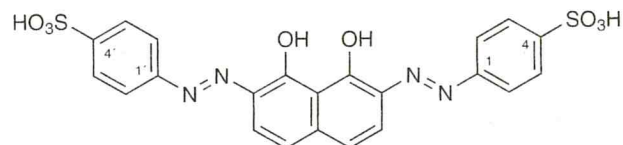


дифенил {4-[4-(фенилдиазенил)фенилдиазенил]фенил} метил

2,2'-(этен-1,2-диил)бис {5-[(4-амино-2,5-диметоксифенил)диазенил]-
бензолсульфоновая кислота}



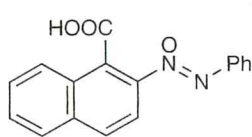
Симметричные бис- и полиазосоединения с периферическими старшими функциональными группами рассматривают как ансамбли, состоящие из одинаковых фрагментов (см. разд. 2.2.6).



Систематическое название: 4,4'-[(1,8-дигидроксинафталин-2,7-диил)]-бис(диазендедил)бисбензолсульфоновая кислота

Chem. Abstr.: 4,4'-(дигидроксинафталин-2,7-диилбисазо)бисбензолсульфоновая кислота

Если наличие азоксигруппы надо выразить приставкой, то даже IUPAC отказывается от преимущества использования систематической номенклатуры и настаивает на традиционных обозначениях ...ONN... и ...NNO..., хотя и в этих случаях возможно составить полное систематическое название.

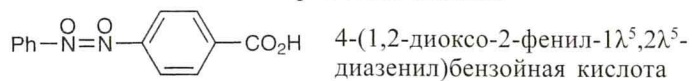


Традиционное название:

1-карбоксинафталин-2-ONN-азоксибензол
IUPAC/Chem. Abstr.: 2-(фенил-NNO-азокси)-нафталин-1-карбоновая кислота

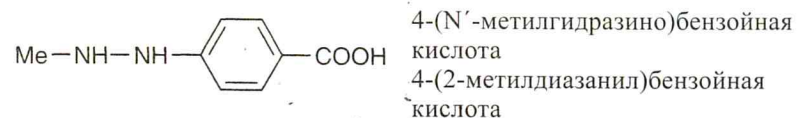
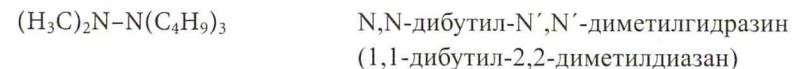
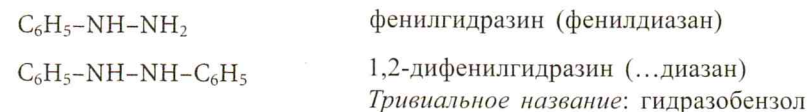
Систематическое название:

2-(1-оксо-2-фенил-1λ⁵-дiazенил)нафталин-1-карбоновая кислота

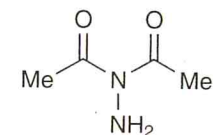
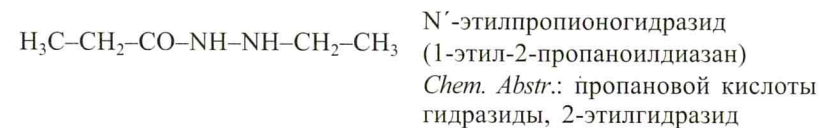


3.9. Гидразины и их производные

Простые замещенные гидразины (за исключением ацилзамещенных) обычно так и называют, при необходимости с приставкой ...гидразино...; использование систематических названий на основе названия **диазан** приводит к унификации.



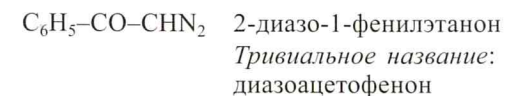
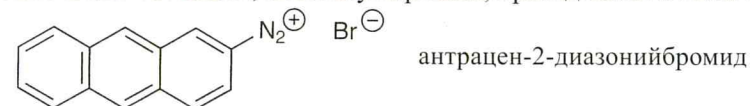
Ацилзамещенные гидразины рассматривают как гидразиды кислот, и при составлении названия заменяют сочетания ...овая кислота на ...огидразид. В Chem. Abstr. используют названия: ...овой кислоты гидразиды, ...илгидразид.



N,N-диацетилгидразин
 (1,1-диацетилдиазан)
Chem. Abstr.: уксусной кислоты гидразиды, 1-ацетилгидразид

3.10. Диазосоединения и diazonиевые соли

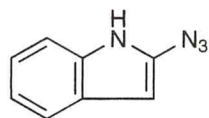
Названия **diazonиевых солей** и **алифатических diaзосоединений** можно легко составить, используя правила, приведенные в табл. 6 и 8.



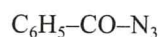
Соединения типа $RN=NX$, в которых X непосредственно связан с diaзогруппой, уже рассматривались в разд. 3.8.

3.11. Соединения с цепочками из трех и более атомов азота

Сначала рассмотрим **азиды**, которые в основном называют по **радикало-функциональной** номенклатуре ...**илазидами** или по **заместительной** номенклатуре **азидо...**производными.

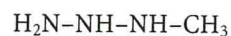


1H-индол-2-илазид или 2-азидо-1H-индол



бензоилазид

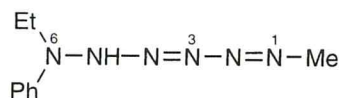
Все другие соединения с цепочками из атомов азота называют **полиазанами**, **-азенами**, **-азадиенами** и т. п.; при этом двойные связи имеют преимущество при нумерации.



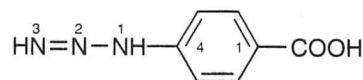
1-метилтриазан



3-метил-1-фенилтриазен

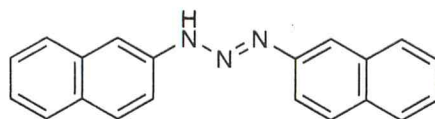


6-этил-1-метил-6-фенилгексааза-1,3-диен



4-(триаз-3-енил)бензойная кислота

Триазены, содержащие на обоих концах одинаковые органические заместители, раньше называли **диазоамино...**соединениями.

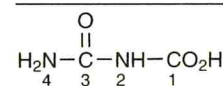


2,2'-диазоаминонафталин
[1,3-ди(нафталин-2-ил)триазен]

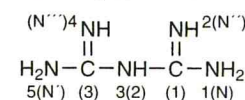
3.12. Другие полиазотистые родоначальные системы

Тривиальные названия произвольно замещенных полиазотистых родоначальных структур, рекомендованные для дальнейшего использования IUPAC, и названия наиболее важных заместителей, полученных из них, приведены в табл. 13. Названия и нумерация, используемые в Chem. Abstr., приведены в скобках.

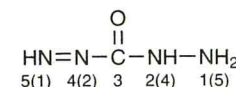
Таблица 13. Сохранившиеся тривиальные названия полиазотистых родоначальных структур^a. (В скобках приведены названия и нумерация, используемые в Chem. Abstr.)



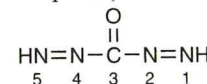
Аллофановая кислота
(аминокарбонилкарбаминовая кислота)



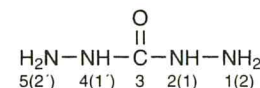
Бигуанидин
(имидодикарбонимидодин)



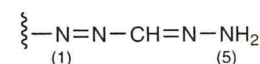
Карбазон
(дiazенкарбоновой кислоты гидразид)



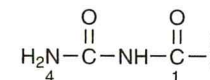
Карбодиазон



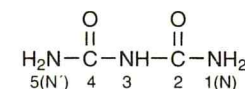
Карбоногидразид
(карбоновой кислоты дигидразид)



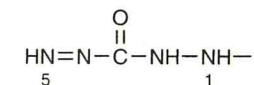
(1-Формаза)



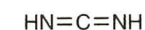
Аллофан(о)ил
[(аминокарбонил)аминокарбонил]



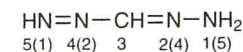
Биурет^b
(имидодикарбоновой кислоты диаимид)



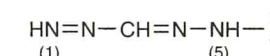
Карбазон
(дiazенилкарбонилгидразио)



Карбодиимид
(метандиимин)

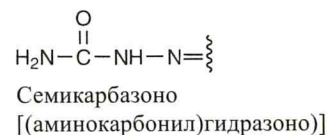
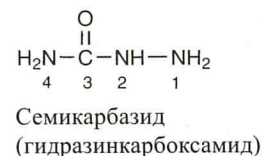
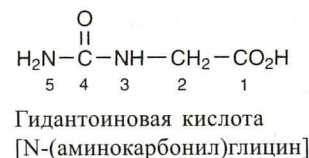
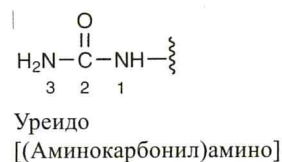
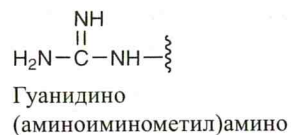
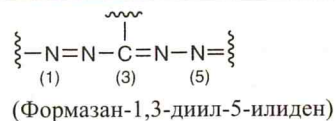
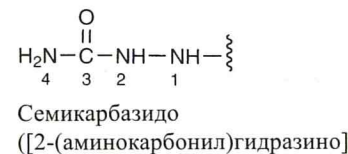
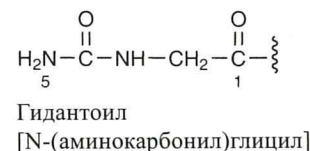
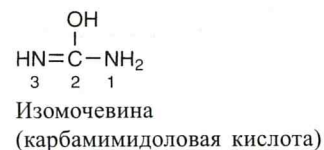
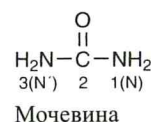
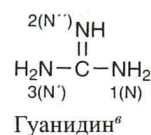
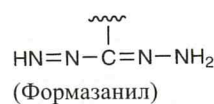


Формазан



(5-Формаза)

Таблица 13 (окончание)

^a Аналоги халькогенов: тиомочевина, селенокарбазид, теллурокарбодиазон и т. д.^b Аналогично: триурет и т. д.^c Аналогично: бигуанид, тригуанид и т. д.

4 Металлоорганические и другие элементоорганические соединения

Из-за многообразия металлоорганических соединений и непрекращающихся споров относительно их принадлежности к органическим или неорганическим соединениям развитие систематической номенклатуры этих соединений всегда было и остается трудной задачей, которая пока далека от окончательного решения. В данной главе представлен обзор текущей практики и некоторые прогнозы на будущее, определяемые современными тенденциями к более строгой систематизации. Однако очевидно, что будут существовать по крайней мере два варианта названий металлоорганических соединений: одно как органического соединения – по правилам заместительной номенклатуры и другое как неорганического – по правилам номенклатуры координационных соединений.

4.1. Названия гидридов элементов

Названия, составленные по правилам заместительной номенклатуры, обычно применяют во всех случаях слабополярных соединений молекулярной природы, имеющих (по крайней мере формально) двухцентровые двухэлектронные связи. На основании концепции гидридов элементов названия этих родоначальных структур, содержащих только водород и элемент, получают путем комбинации соответствующих «а»-обозначений (табл. 4 и 20) с окончанием ...ан. Таким образом, **карбаны** (углеводороды) оказываются как бы родственными с **гетеранами** (гидридами элементов), поэтому-то и было принято унифицированное общее название **элементан**.

Таблица 14. Систематические названия родоначальных гидридов элементов^a 13–17 групп (элементанов)

13		14 ^b		15 ^{b,c}		16 ^b		17 ^b	
BH ₃	Боран	CH ₄	Карбан	NH ₃	Азан	OH ₂	Оксидан	FH	Фторан
AlH ₃	Алюминан	SiH ₄	Силан	PH ₃	Фосфан	SH ₂	Сульфан	ClH	Хлоран
GaH ₃	Галлан	GeH ₄	Герман	AsH ₃	Арсан	SeH ₂	Селан	BrH	Броман
InH ₃	Инди(к)ан	SnH ₄	Станнан	SbH ₃	Стибан	TeH ₂	Теллан	IH	Иодан
TlH ₃	Таллан	PbH ₄	Плюмбан	BiH ₃	Висмутан	PoH ₂	Полан	AtH	Астатан

^a Систематические названия перечисленных в таблице гидридов не означают отмену тривиальных названий: **метан**, **аммиак**, **вода**, **галогеноводороды**.

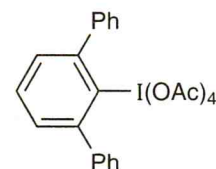
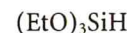
^b Для гидридов с нестандартными валентностями основного атома установлено следующее правило: **EH_n = λⁿ-элементан**.

^c Для элементов 15 группы в Chem. Abstr. все же используют традиционные названия **фосфин**, **арсин**, **стибин**, **висмутин**.

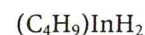
К сожалению, этот простой и, более того, наглядный подход официально одобрен IUPAC только для гидридов элементов 13–17 групп (за исключением алюминия – таллия) (табл. 14), хотя его можно применить ко всем другим элементам Периодической системы, например: λ⁶-вольфраман (WH₆), λ⁴-титанан (TiH₄), λ⁵-ниобан (NbH₅), λ²-магнан (MgH₂) и т. д.; даже λ⁷-унунсептан для H₇ [117]!

Органические производные гидридов элементов называют **органозлементанами**.

(C ₆ H ₁₁) ₂ PH	дициклогексилфосфан
[(CH ₃) ₃ C] ₃ B	три- <i>трет</i> -бутилборан
(CF ₃ C ₆ H ₄) ₆ Te	гексакис(4-трифторметилфенил)-λ ⁶ -теллан
(CH ₃) ₄ S	тетраметил-λ ⁴ -сульфан
[(CH ₃) ₃ C-CH ₂] ₃ I	тринеопентил-λ ³ -иодан
(<i>i</i> -Pr) ₄ Ti	тетраизопропил-λ ⁴ -титанан
(CF ₃) ₂ Hg	бис(трифторметил)меркуран
Me ₆ W	гексаметил-λ ⁶ -вольфраман
Ph-Pd-H	фенил-λ ² -палладан

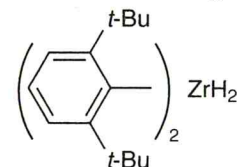
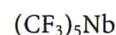
тетракисацетилокси(1,1':3',1''-терфенил-2'-ил)-λ⁵-иодан

триэтоксисилан



бутилинди(к)ан

В соответствии с номенклатурой **неорганических координационных соединений** названия металлоорганических соединений составляют следующим образом: к неизменяемому названию центрального атома в качестве приставки добавляют название лиганда (в том числе водород = гидридо).

бис(2,6-ди-*трет*-бутил)-дигидридоцирконий

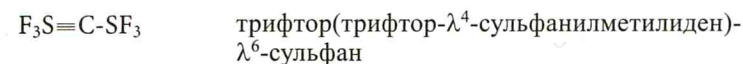
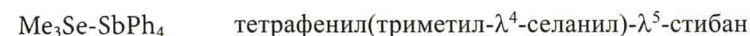
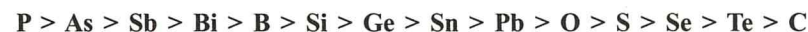
пентакис(трифторметил)ниобий



трифенилбром

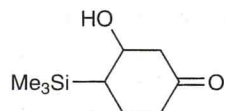
*трет*-бутоксид-*трет*-бутилгидридоалюминий

При составлении названий **смешанных гидридов элементов** и их органических производных было бы логично следовать порядку старшинства, лежащему в основе полного списка заменительных терминов (табл. 20), который принят как химиками-неорганиками, так и органиками. Однако, в соответствии с правилами Chem. Abstr., гетераны элементов 14–16 групп и бора старше любых углеводородов. Это приводит к следующей совершенно несистематической последовательности:

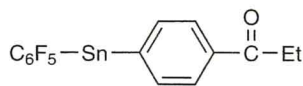


4.2. Замещенные элементаны

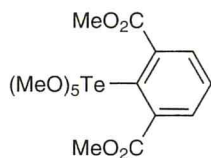
Если элементоорганические соединения содержат обычные органические заместители, то действует **обычный порядок старшинства функциональных классов соединений** (см. табл. 7) в рамках заместительной и соединительной (Chem. Abstr.) номенклатур; наличие металлоорганических и других элементоорганических фрагментов отражают с помощью приставок.



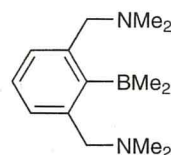
3-гидрокси-4-триметилсилилцикло-
гексанон



1-[4-(пентафторфенил-λ²-станнил)-
фенил]пропан-1-он



(пентаметокси-λ⁶-телланил)бензол-1,3-
дикарбоновой кислоты диметилловый эфир



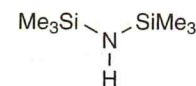
Заместительная номенклатура:
2-диметилборил-N,N,N',N'-тетраметилбензол-
1,3-диилбисметанамин
Соединительная номенклатура (Chem. Abstr.):
2-диметилборил-N,N,N',N'-тетраметилбензол-
1,3-диметанамин

При составлении названий металлоорганических соединений часто используют номенклатуру координационных соединений. В этом случае основой названия соединения является название атома металла, например для последнего примера – диметил-[2,6-бис(диметиламинометил)фенил]бор.

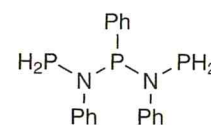
4.3. Элементаны с двумя заместителями

Следует рассмотреть особый случай, когда элементаны содержат различные заместители. Цепочечные молекулы должны иметь одинаковые терминальные атомы наименьшего старшинства

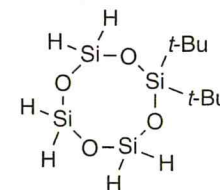
(табл. 4 и 20), а циклические молекулы состоять из повторяющихся фрагментов. Названия соединений формируются сочетанием соответствующего «а»-обозначения в порядке, обратном тому, который представлен в табл. 4 и 20, и приставки, обозначающее количество терминальных атомов в цепочечных молекулах и одинаковых заместителей в циклах.



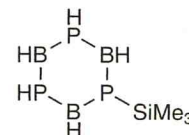
1,1,1,3,3,3-гексаметилдисилазан



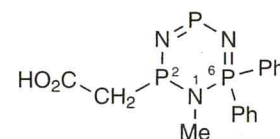
2,3,4-трифенилтрифосфазан



2,2-ди-*tert*-
бутилциклотетрасилоксан



1-триметилсилилциклотриборофосфан

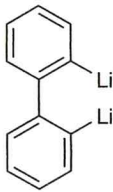
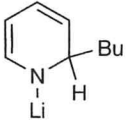
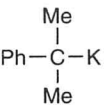


(1-метил-6,6-дифенил-6λ⁵-циклотрифос-
фаза-3,5-диен-2-ил)уксусная кислота
или
Соединительная. номенклатура:
...3,5-диен-2-уксусная кислота

4.4. Органические производные щелочных и щелочноземельных металлов и подобные соединения

В отличие от предшествующих случаев общепринятые названия сильнополярных органических соединений щелочных

и щелочноземельных металлов редко отражают связь между атомом металла и органической группой, поскольку этот тип соединений представляет собой **олигомерные агрегаты** и/или **комплексы с растворителем**. Однако для упрощения рассматривают мономерную структурную единицу и составляют ее название следующим образом: а) основа названия – название атома металла, в приставке к которому указывают органические заместители, что совпадает с правилами **номенклатуры неорганических координационных соединений**; б) называют как **соли металла с органическими анионами**.

- C_4H_9Li а) бутиллитий
б) лития бутанид
- $(C_6H_5)_3CNa$ а) трифенилметилнатрий
(Тривиальное название: тритилнатрий)
б) натрия трифенилметанид
- $(H_3C)_3CLi$ а) *трет*-бутиллитий
б) лития 2-метилпропан-2-ид
- $H_2C=CHLi$ а) этениллитий
(Тривиальное название: виниллитий)
б) лития этенид
-  а) бифенил-2,2'-дилитий
б) дилития бифенил-2,2'-диид (или 2,2'-дилитиобифенил, см. ниже)
-  а) 2-бутилпиридин-1(2H)-иллитий = 2-бутил-1,2-дигидропиридин-1-иллитий
б) лития 2-бутилпиридин-1(2H)-ид = лития 2-бутил-1,2-дигидропиридин-1-ид
-  а) 1-метил-1-фенилэтилкалий = 2-фенилпропан-2-илкалий
(Тривиальное название: α,α-диметилбензилкалий)
б) калия 2-фенилпропан-2-ид
- $H_3C\equiv CRb$ а) проп-1-инилрубидий
б) рубидия пропин-1-ид



- а) цикlopentadiенилцезий
б) цезия цикlopentadiенид

Для менее полярных органических производных щелочноземельных металлов (за исключением реактивов Гриньяра) применяется исключительно метод а.

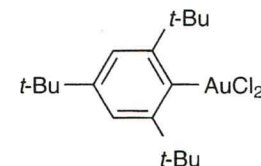
- $(C_6F_5)_2Mg$ бис(пентафторфенил)магний
- $(Ph_3C)_2Ca$ бис(трифенилметил)кальций
- Me_2Ba диметилбарий

Металлоорганические соединения типа реактивов Гриньяра преимущественно называют как соли в соответствии с методом а, если нет общепринятых названий по номенклатуре координационных соединений.

- C_6H_5MgI фенилмагни иодид
иод(фенил)магний
- H_3CMgH метилмагни гидрид
гидридометилмагний
- $(H_3C)_3CSrBr$ *трет*-бутилстронция бромид
трет-бутилбромстронций
- $(C_6H_5)_3CCaCl$ трифенилметилкальция хлорид
хлор(трифенилметил)кальций

Названия аналогичных органических производных переходных металлов могут быть получены подобным же образом.

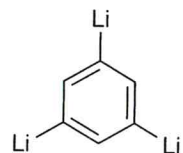
- $C_6H_5-C\equiv C-Ag$ фенилэтинилсеребро



- (2,4,6-трис-*трет*-бутилфенил)золота
дихлорид
дихлор(три-*трет*-бутилфенил)золото
Почему нельзя: дихлор(три-*трет*-бутилфенил)-λ³-ауран?

ICH_2ZnI	иодметилцинк иодид иодметилиодоцинк
$(\text{CH}_3)_2\text{Cd}$	диметилкадмий
$\text{C}_6\text{H}_5\text{HgOAc}$	фенилртути ацетат ацетато(фенил)ртуть
$(\text{F}_3\text{C})_2\text{Hg}$	бис(трифторметил)ртуть
$(\text{C}_3\text{H}_7)_2\text{TiCl}_2$	дихлордипропилтитан дипропилтитана дихлорид
$[(\text{H}_3\text{C})_2\text{HC}]_2\text{Zr}[\text{OCH}(\text{CH}_3)_2]_2$	диизипропилцирконий диизопропилоксид диизопропилдиизопропанолатоцирконий

В отношении полиметаллированных соединений можно применять другой способ составления названий, заимствованный из номенклатуры неорганических соединений; в соответствии с ним наличие металлов в соединении выражают приставкой **металлио**, например:



1,3,5-трилитиобензол



гексалидио- λ^6 -метан
(или гексалидио- λ^6 -карбан)
или просто гексалидиоуглерод



тетракис(этилртути)силан или
тетракис(этилртути)кремний

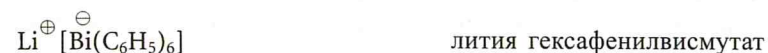
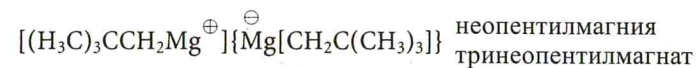
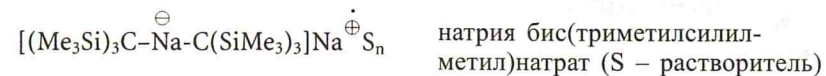


пентакис(трифенилфосфанаури)стибанедий

4.5. «ат»-Комплексы

Мало отличающиеся структурные типы металлоорганических соединений, с которыми мы только в общих чертах познакоми-

лись в предыдущих разделах, могут формировать отдельные со-
леподобные агрегаты – «**ат-комплексы**», названия которых можно
составить в тех случаях, когда точно известно строение аниона.



5 Углеводы

Для всех углеводов и их производных можно было бы легко составить названия по правилам заместительной номенклатуры: полигидроксиалканы, -алканоны, -тетрагидрофураны, -тетрагидропираны, -оксепаны, -алкановые кислоты и т. д., что, однако, требовало бы дополнительных указаний на стереохимию с помощью дескрипторов. Именно эта последняя проблема была решена в рамках специальной номенклатуры углеводов крайне необычным, но гораздо более четким способом; эти новые номенклатурные правила основаны на стереохимически однозначных тривиальных и полутривиальных названиях углеводов. Недавно вышло в свет полностью переработанное руководство, принятая там систематизация изложена в следующих разделах; этот подход должен быть известен даже неспециалисту.

5.1. Альдозы

Моносахариды, являющиеся полигидроксиальдегидами, получили название **альдозы**; тривиальные названия альдоз с числом атомов углерода от одного до шести представлены в табл. 15.

Таблица 15. Тривиальные названия^a альдоз и рекомендованные трехбуквенные обозначения

$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
D-Глицеральдегид D-глицеро	D-Эритроза D-эритро	D-Треоза D-трео

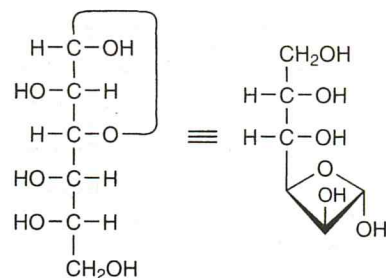
Таблица 15 (окончание)

$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
D-Рибоза D-рибо (D-Rib)	D-Арабиноза D-арабино (D-Ara)	D-Ксилоза D-ксило (D-Xyl)	D-Ликсоза D-ликсо (D-Lyx)
$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
D-Аллоза D-алло (D-Alf)	D-Альтроза D-альтро (D-Alt)	D-Глюкоза D-глюко (D-Glc)	D-Манноза D-манно (D-Man)
$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
D-Гулоза D-гуло (D-Gul)	D-Идоза D-идо (D-Ido)	D-Галактоза D-галакто (D-Gal)	D-Галоза D-тало (D-Tal)

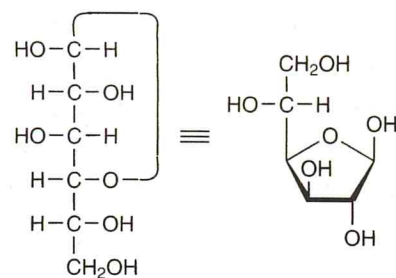
^a Принадлежность к D- или L-ряду определяется конфигурацией асимметрического атома углерода с наибольшим номером – конфигурационного атома (в русскоязычной литературе «сахарный ключ» – прим. перев.). Сахара, для которых в проекции Фишера HO-группа расположена справа, относятся к D-ряду, слева – к L-ряду; при этом в проекционной форме горизонтальными линиями показаны связи, направленные к наблюдателю, вертикальными линиями – от наблюдателя.

Циклические полуацетальные формы, образующиеся из этих основных форм, приведенных в табл. 15, называют: ...**оксирозами**

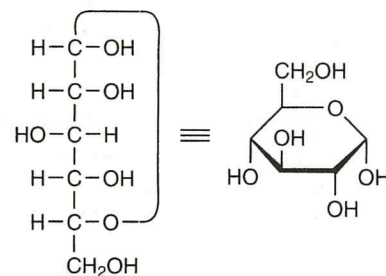
(3 атома в цикле) ...**ооксетозами** (4 атома), ...**офуранозами** (5 атомов), ...**опиранозами** (6 атомов), ...**осептанозами** (7 атомов) и т. д.



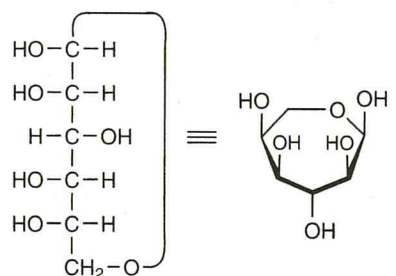
β-L-глюкоооксетоза



β-D-глюкофураноза



α-D-глюкопираноза



α-L-глюкосептаноза

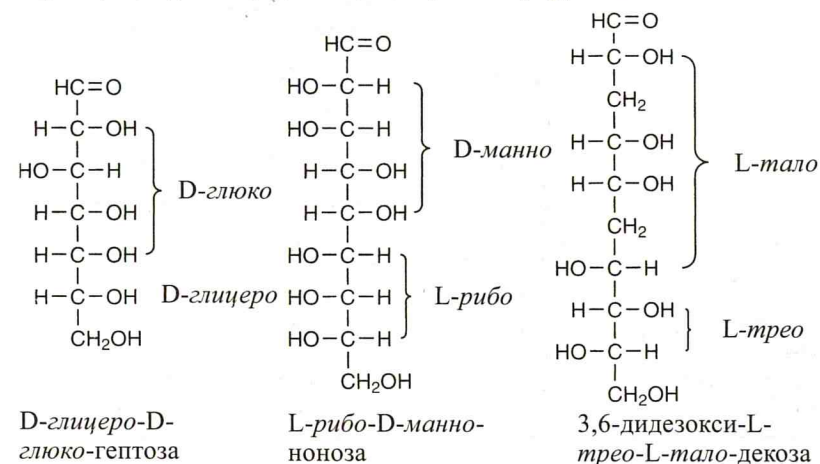
Конфигурационные символы α и β обозначают положение в проекции Фишера гидроксильных групп у так называемых **аномерных реперных атомов**. В вышеприведенных примерах аномерный реперный атом совпадает с **конфигурационным атомом**. В α-аномере НО-группа при аномерном центре (в простейшем случае полуацетальный гидроксил) и гидроксил при аномерном реперном центре находятся в *цис*-положении (по одну сторону вертикальной линии в проекции Фишера), в β-аномере – в *транс*-положении.

Циклические полуацетальные формы сахаров и их производных могут быть представлены в виде различных конформационных циклов. По требованиям номенклатуры используют только линейную **проекцию Фишера** и **циклическую формулу Хеурса** – квазиусредненные плоско-циклические изображения, которые лучше всего подходят для иллюстрации многообразия стереохимических взаимоотношений, так важных в химии углеводов.

Для наиболее распространенных сахаров, представленных в табл. 15, тривиальные названия предпочтительнее система-

тических, которые формируются по схеме: D-*рибо*-пентоза (D-рибоза), D-*глюко*-гексоза (D-глюкоза) и т. д.

Систематические названия высших альдоз образуются с помощью **конфигурационных приставок**, представленных в табл. 15, и **основы**, такой как ...**гептоза**, ...**октоза** и т. д., характеризующей длину цепи. Названия альдоз, содержащих более четырех стереогенных центров, содержат несколько конфигурационных приставок. Сначала выбирают приставки для групп из четырех стереогенных центров, ближайших к С-1, но в названии сначала указывают конфигурационные приставки, соответствующие наиболее удаленным от С-1 группам атомов (могут содержать меньше четырех атомов), нестереогенные центры игнорируются.



Систематические названия диальдоз составляют подобным образом, например: L-*трео*-тетрадиальдоза, D-*глюко*-гексадиальдоза и т. д.

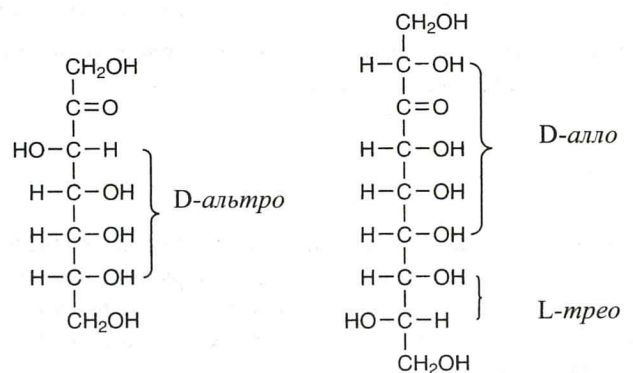
5.2. Кетозы

В случае кетоз, для которых до сих пор используются тривиальные названия, систематическое название можно сформировать по правилам составления названий альдоз. Название кетозы формируется из названия соответствующей альдозы при замене окончания ...**оза** на ...**улоза** (см. табл. 16).

Систематические названия для высших кетоз образуются точно так же, как и для высших альдоз, например ...**гепт-п-улоза**, **окт-п-улоза** и т. д. с указанием конфигурационной приставки, взятой из табл. 15, наличие кетогруппы в положении 2 не обозначается (только в положении 3 и выше).

Таблица 16. Тривиальные названия, трехбуквенные обозначения и систематические названия (в круглых скобках) кетоз

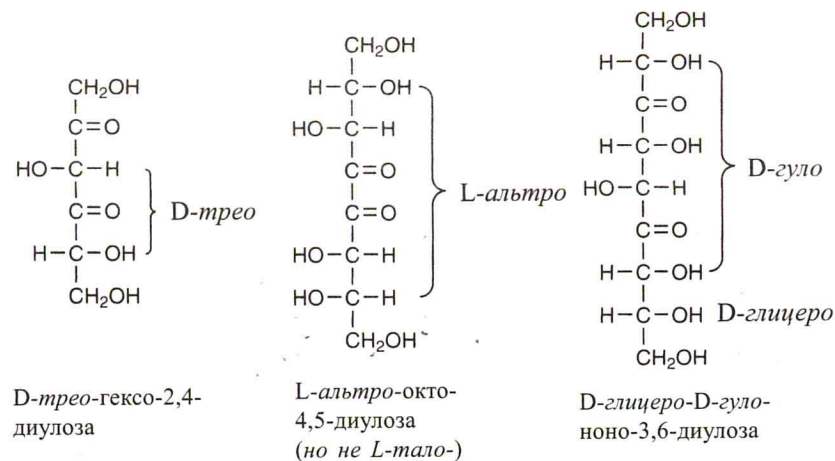
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>1,3-дигидрокси- ацетон</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-эритрулоза (D-глицеро- тетрулоза)</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-рибулоза; D-Rul (D-эритро-пент- 2-улоза)</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-ксилулоза; D-Xul (D-трео-пент- 2-улоза)</p>
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-психоза D-Psi (D-рибо-гекс-2- улоза)</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-фруктоза D-Fru (D-арабино-гекс- 2-улоза)</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-сорбоза; D-Sor (D-ксило-гекс-2- улоза)</p>	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-тагатоza D-Tag (D-липсо-гекс-2- улоза)</p>



D-альтро-гепт-2-улоза
(седогептулоза)

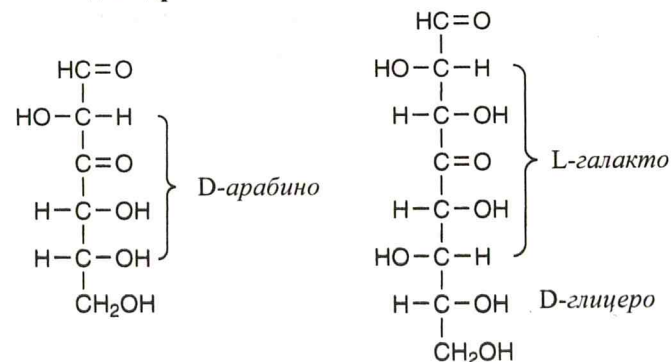
L-трео-D-алло-нон-3-улоза

Систематические названия **дикетоз** составляют аналогично, при определении конфигурационной приставки игнорируют нестерео-генные (ахиральные) центры.



5.3. Кетоальдозы (альдокетозы, альдозулозы)

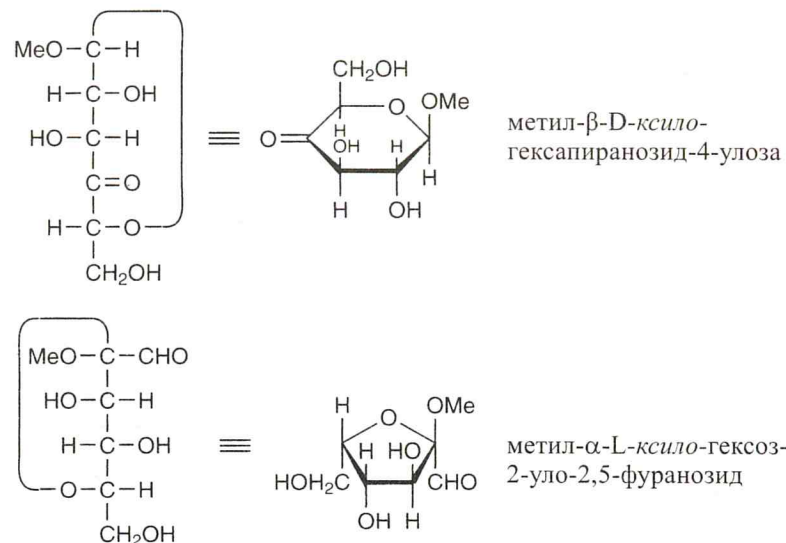
Логично было бы распространить рассмотренный выше способ составления названий и на **кетоальдозы ...оз-п-улоза**. Однако в биохимической литературе чаще используют названия с приставкой **дегидро**.



D-арабино-гексоз-3-улоза (3-дегидро-D-альтроза)

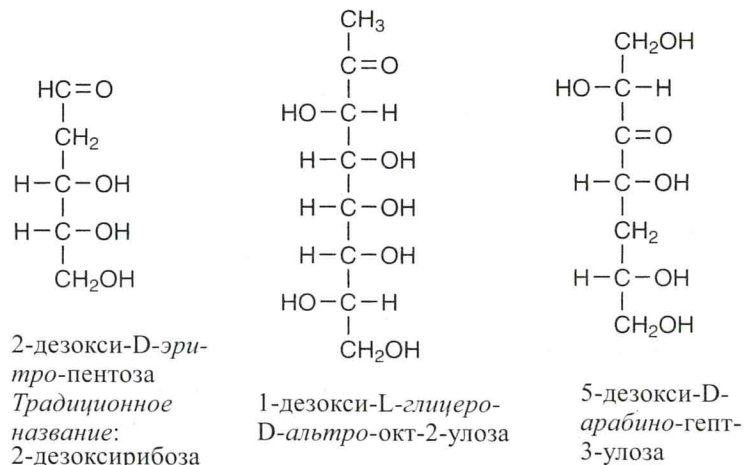
D-глицеро-L-галакто-октоз-4-улоза (4-дегидро-D-эритро-D-альтро-октоза)

Для циклических полуацетальных форм этих сахаров обозначение размера цикла определяется тем, какая карбонильная группа принимает участие в образовании цикла.



5.4. Дезоксисахара

Приставки **дезокс** с впереди стоящим локантом ставятся как перед систематическим, так и перед тривиальным названием сахаров; приставки перечисляются в алфавитном порядке наряду с другими приставками (кроме конфигурационных). При определении конфигурационной приставки группа CH₂ (как и CO) игнорируется.



5.5. Аминосакхара и аналогичные замещенные производные

Аминосакхара – это систематическое название аминоксидных соответствующих дезоксисахаров, в которых аминоксидная группа находится на месте гидроксидной группы (при определении конфигурации аминоксидная группа рассматривается как эквивалент гидроксидной). В случае замещения гидроксидной группы на аминоксидную в положении 2 используют тривиальные названия с окончанием **...озамин**, например:

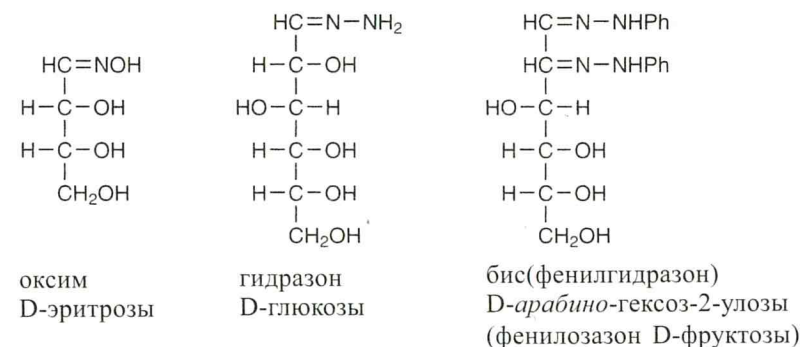
Тривиальное название	Систематическое название
D-глюкозамин	2-амино-2-дезоксид-D-глюкоза
D-фукозамин	2-амино-2,6-дидезоксид-D-галактоза
N-ацетид-D-маннозамин	2-ацетамидо-2-дезоксид-D-манноза

Названия других нетерминально замещенных сахаров строятся аналогично, например: 2-дезоксид-2-С-фенил-D-глюкопираноза; 2,3-дидазидо-2,3-дидезоксид-D-маннопираноза; 3-дезоксид-3,3-диметид-D-рибо-гексоза и т. д. Замещение альдегидного водорода обозначают с помощью соответствующей С-приставки: 1-С-фенил-D-глюкоза.

5.6. Трансформации карбонильной группы

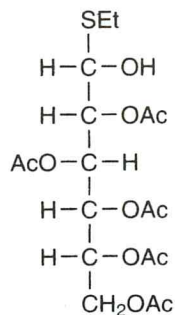
5.6.1. Оксиды, гидразиды, озоны

В основе названия производных сахаров, полученных замещением карбонильного кислорода азотсодержащей группировкой, лежат традиционные названия углеводов.

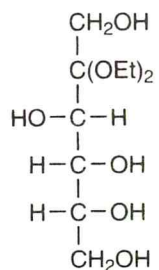


5.6.2. Ацетали, кетали

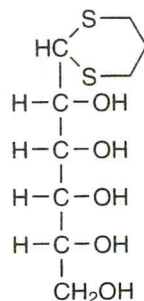
Производные сахаров, получающиеся взаимодействием карбонильной группы со спиртами, называются (полу)ацетальми и (полу)кетальми.



(1S)-2,3,4,5,6-пента-O-ацетил-D-глюкозы S-этил-монотиопоуацеталь



D-фруктозы диэтилкеталь

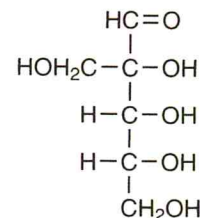


D-аллозы пропан-1,3-диил-дитиоацеталь

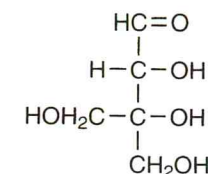
5.7. Разветвленные сахара

Разветвленные моносахариды называют в соответствии с принципами номенклатуры неразветвленных сахаров, при этом некоторые разветвленные сахара имеют устоявшиеся тривиальные названия. Для выбора родоначальной структуры пользуются следующими критериями:

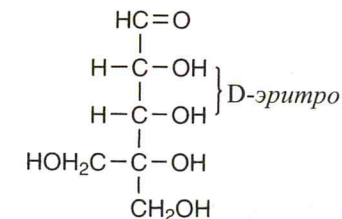
- родоначальная структура содержит старшие функциональные группы, старшинство которых уменьшается в ряду: альдаровые кислоты > уоновые кислоты/кетальдоновые кислоты/альдоновые кислоты > диальдозы > кетальдозы/альдозы > дикетозы > кетозы;
- предпочтение отдается сахарам с более длинной цепью: гептозы > гексозы;
- старшинство конфигурационной приставки определяется по алфавиту: аллоза > альтроза; *глюко* > *гуло*;
- преимущества конфигурационного или аномерного символа: D > L; α > β ;
- родоначальная структура содержит наибольшее число заместителей, обозначаемых приставками.



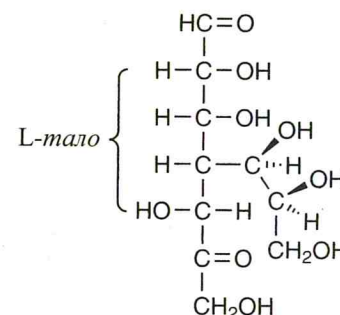
2-C-(гидроксиметил)-D-рибоза (гамамелоза)



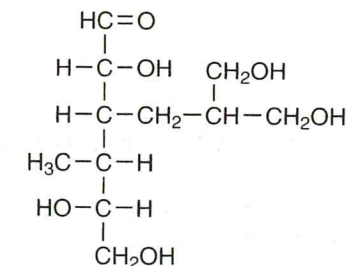
3-C-(гидроксиметил)-D-глицеротетроза (D-апиоза)



4-C-(гидроксиметил)-D-эритро-пентоза (ахиральный C-4 игнорируется)



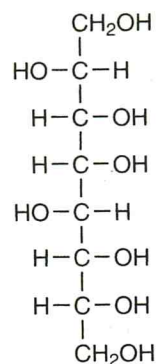
4-дезоксид-4-[(1R,2S) или (L-эритро)-1,2,3-тригидроксипропил]-L-тало-гептоз-6-улоза



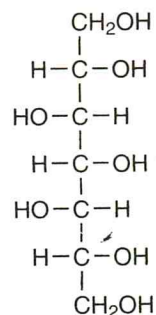
3,4-дидезокси-3-[3-гидрокси-2-(гидроксиметил)пропил]-4-C-метил-L-манноза

5.8. Альдиты (сахароспирты)

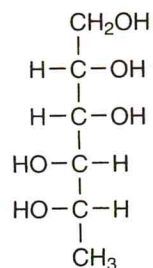
Названия алканполиолов, получающихся восстановлением соответствующих сахаров, строятся из систематических названий сахаров с заменой суффикса ...оза... на суффикс ...ит..., например: эритрит, рибит, маннит и т. д. При этом название образуется из названия более старшего моносахарида (см. правила старшинства в предыдущем разделе), например: D-арабинит (но не D-ликсит), D-глюцит (но не D-гулит); тривиальные названия, такие как сорбит, использовать не рекомендуется.



D-эритро-L-галакто-октит



мезо-D-глицеро-L-идо-гептит



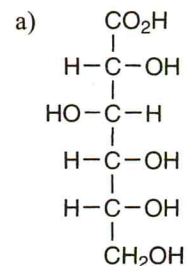
L-рамнит или L-дезоксид-маннит

5.9. Кислоты – производные сахаров

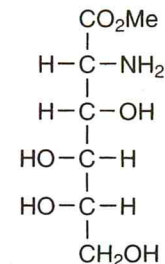
При окислении терминальных альдегидных и гидроксиметильных групп моносахаридов может быть получено четыре типа полигидроксикарбоновых кислот, у многих из которых до сих пор сохранились тривиальные названия (см. табл. 17). Систематические названия этих соединений образуются при замене ...оза или ...улоза на соответствующее окончание, как показано ниже:

- окисление альдегидной группы: ...ононовые кислоты (общее название – альдононовые кислоты);
- окисление терминальной гидроксиметильной группы: ...урононовые кислоты (общее название – урононовые кислоты);
- окисление обеих терминальных функциональных групп:арононовые кислоты (общее название – альдарононовые кислоты);
- окисление одной терминальной карбонильной группы кетозы: ...улозононовые кислоты (общее название – кетоальдонононовые кислоты).

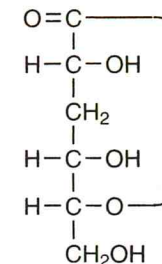
Названия производных этих кислот составляют в соответствии с общими правилами номенклатуры.



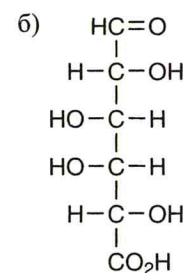
D-глюконовая кислота



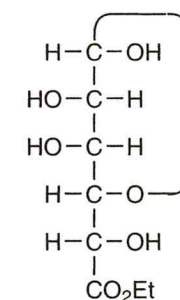
метил-2-амино-2-дезоксид-L-маннонат



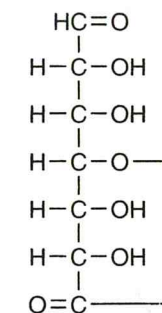
3-дезоксид-D-рибогексоно-1,5-лактон



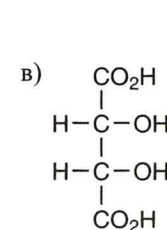
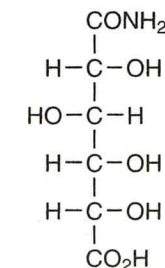
D-галактуроновая кислота



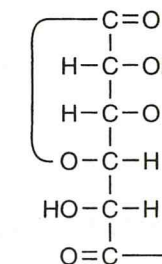
этил-α-D-маннофурануронат



D-глицеро-D-аллогептуроно-4,6-лактон

мезо- или (2R,3S)-эритраровая кислота
Традиционное название: мезовинная кислота

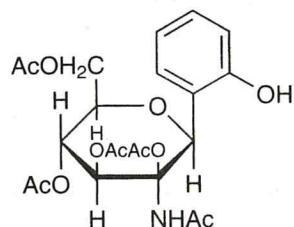
D-глюкар-1-аминовая кислота



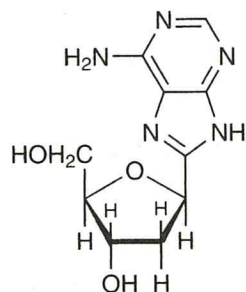
L-маннаро-1,4:6,3-дилактон

добавлением суффикса ...озил с соответствующим дескриптором. Существует пять типов таких замещающих групп:

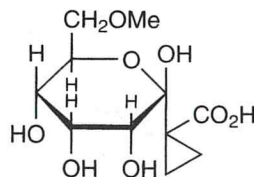
- свободная валентность образовалась удалением аномерной гидроксильной группы: ...озил. Это прототип гликозидных групп, которые встречаются в литературе (см. следующий раздел);
- свободная валентность при С-1 образовалась с сохранением гидроксильной группы (при удалении атома водорода): **1-гидрокси...озил**;
- свободная валентность при любом (не аномерном) С-атоме, имеющем гидроксильную группу: ...оз-п-С-ил;
- свободная валентность образовалась у любой (не аномерной) гидроксильной группы: ...оз-п-О-ил;
- свободная валентность образовалась при восстановленном центре: п-дезоксид...оз-п-ил.



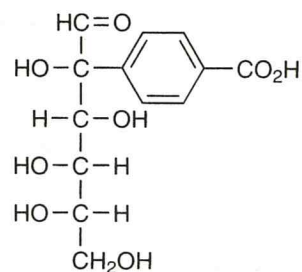
а) 2-(2-С-ацетида-2,3,4,6-тетра-О-ацетил-β-D-маннопиранозил)фенол



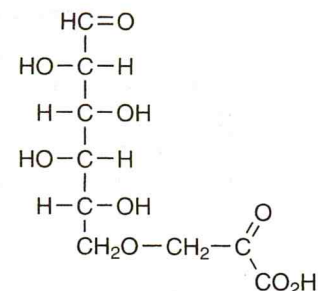
а) 8-(2-дезоксид-β-D-эритропентафуранозил)аденин



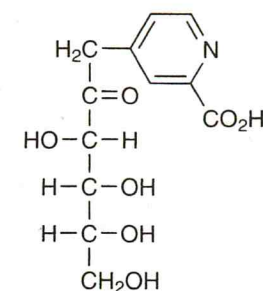
б) 1-(1-гидрокси-6-О-метил-α-D-аллопиранозил)циклопропан-1-карбоновая кислота



в) 4-(L-глюкоз-2-С-ил)бензойная кислота



г) (D-идоз-6-О-ил)пировиноградная кислота
или
6-О-(оксалометил)-D-идоза



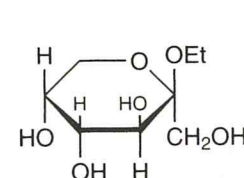
д) 4-(1-дезоксид-D-фруктоз-1-ил)-пиридин-2-карбоновая кислота
или
1-(2-карбокси-пиридин-4-ил)-1-дезоксид-D-фруктоза

5.12. Гликозиды и гликозильные соединения

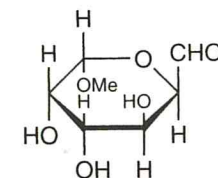
5.12.1. Гликозиды

Смешанные ацетали и кетали, образованные из циклических форм моносахаридов заменой аномерной гидроксильной группы на алкокси-, алкилтио/селеногруппы, называются **гликозидами, тио/селеногликозидами**. Существует три варианта наименования гликозидов (из которых для сахаридов наиболее часто используется добавление суффикса ...озид к тривиальному названию):

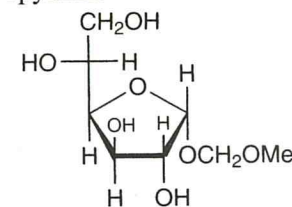
- замена окончания ...оза в названии сахара на ...ил...озид или ...ил...п-тио...озид;
- использование приставок ...озилокси и ...озилтио, если сахарид является замещающей группой;
- использование приставок O/S/Se...озил, когда гликозидный гидроксил замещен на O/S/Se-содержащие группы.



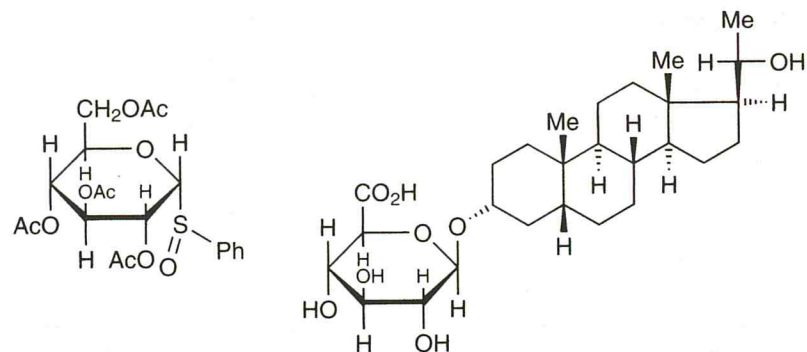
а) этил β-D-фруктопиранозид



а) метил (6R)-D-глюко-гексидальдо-6,2-пиранозид

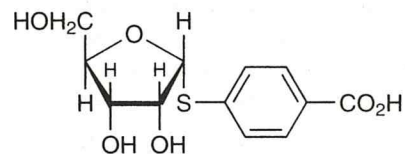


а) (метоксиметил)-α-D-глюкофуранозид

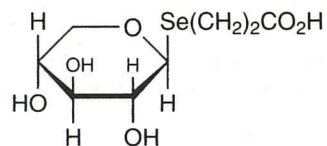


а) фенилтетра-О-ацетил-1-тио-α-D-глюкопиранозид-*S*-оксид или фенилтетра-О-ацетил-α-D-глюкопиранозилсульфоксид

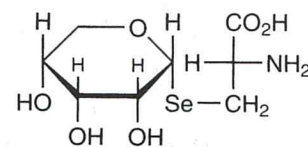
а) (20*S*)-20-гидрокси-5-β-прегнан-3α-ил-β-D-глюкопиранозидурановая кислота
б) (20*S*)-3α-(β-D-глюкопиранозилоксиурановая кислота)-5β-прегнан-20-ол (в биохимии используется прегнандиол-3-глюкуронид)



а) 4-карбоксифенил-1-тио-α-D-рибофуранозид
б) 4-(α-D-рибофуранозилтио)-бензойная кислота



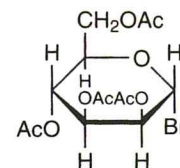
а) 2-карбоксиэтил 1-селено-β-D-ксилопиранозид
б) 3-(β-D-ксилопиранозилселено)-пропановая кислота



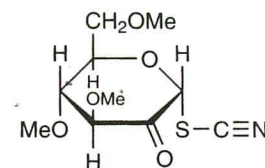
а) (*S*)-2-амино-2-карбоксиэтил-1-селено-α-D-рибопиранозид
б) 3-(α-D-рибопиранозилселено)-D-аланин
в) Se-α-D-рибопиранозил-D-селеноцистеин

5.12.2. Гликозильные соединения

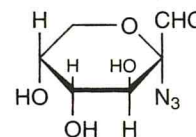
Соединения, в которых аномерный гидроксил замещен на атом галогена, псевдогалогена или азотсодержащую группу, называют по **радикало-функциональной квазиноменклатуре** или гликозильными производными соединениями соответствующих классов.



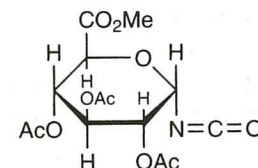
тетра-О-ацетил-α-D-маннозилбромид



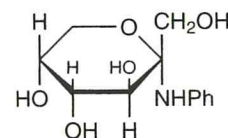
3,4,6-три-О-метил-α-D-арабино-гексопиранозил-2-улозатиоцианат



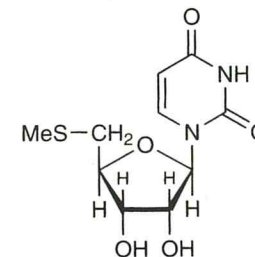
α-D-арабино-гексоз-2-уло-2,6-пиранозилазид или альдегидо-α-D-арабино-гексоз-2-улопиранозилазид



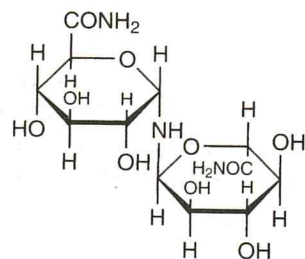
метил-(2,3,4-три-О-ацетил-α-D-глюкопиранозил)уронатиоцианат
Систематическая номенклатура: метил-(2,3,4-три-О-ацетил)-1-изоцианато-1-дезоксид-α-D-глюкопирануранат



N-фенил-α-D-фруктопиранозиламин



1-(5-S-метил-5-тио-β-D-рибофуранозил)-урацил



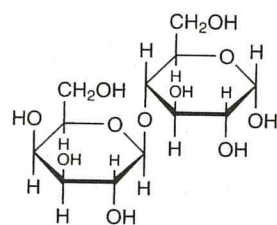
бис(α-D-глюкопиранозилураамид)амин
или
1,1'-иминобис(1-дезоксид-α-D-
глюкопирануроамид)

C-Гликозильные соединения были рассмотрены в разд. 5.11.

5.13. Олигосахариды

5.13.1. Олигосахариды со свободной полуацетальной группой

Олигосахариды со свободной гидроксильной группой называются восстанавливающими сахарами. Эти соединения обычно называются **гликозил[гликозил]_nгликозами** с указанием в круглых скобках номеров атомов углерода, характеризующих порядок связи между индивидуальными компонентами. Такой же формат используется и для соответствующего сокращенного формульного обозначения. Для дисахаридов этого типа Chem. Abstr. предлагает перед полным названием указывать O-локонт.

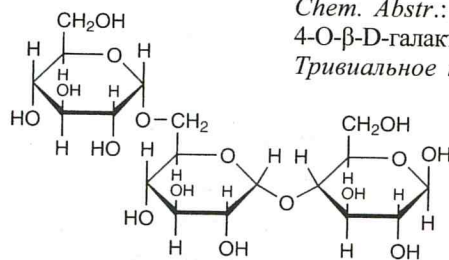


β-D-галактопиранозил-(1→4)-α-D-
глюкопираноза
[β-D-(1→4)-α-D-Glcp]

Chem. Abstr.:

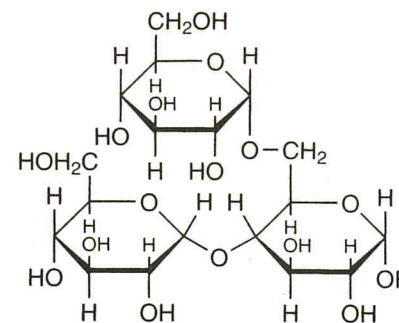
4-O-β-D-галактопиранозил-α-D-глюкопираноза

Тривиальное название: α-Лактоза



α-D-Глюкопиранозил-(1→6)-α-D-глюкопиранозил-(1→4)-β-D-
глюкопираноза

[α-D-Glcp-(1→6)-α-D-Glcp-(1→4)-β-D-Glcp]



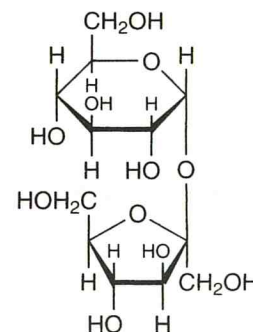
α-D-глюкопиранозил-(1→4)-[α-D-глюкопиранозил-(1→6)]-α-D-
глюкопираноза

[α-D-Glcp-(1→4)[α-D-Glcp-(1→6)]-α-D-Glcp]

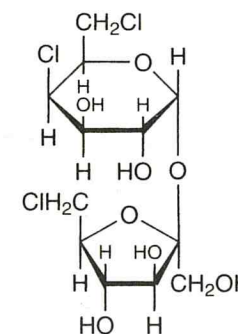
или 4,6-ди-O-(α-D-глюкопиранозил)-α-D-глюкопираноза

5.13.2. Олигосахариды без свободной полуацетальной группой

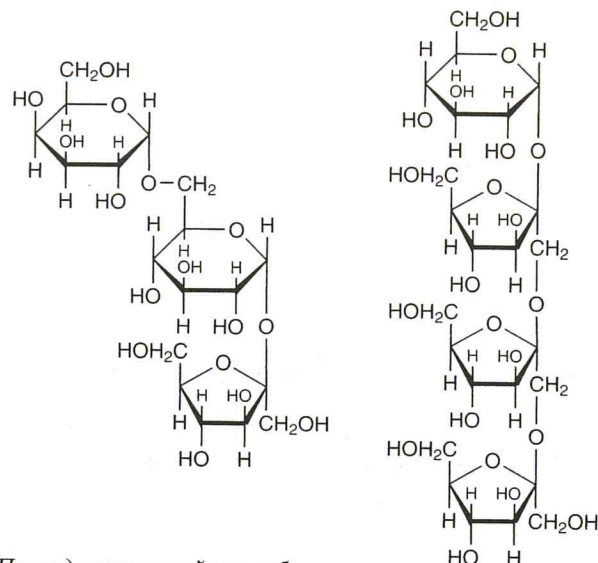
Олигосахариды, связанные только посредством аномерных гидроксильных групп, могут быть названы **последовательным способом гликозил(гликозил)_nгликозидами**. Для трисахаридов, в частности, применяется второй метод составления названия – **центрирующий**, когда выбирается **старший индивидуальный компонент** (дисахарид).



β-D-фруктофуранозил-
α-D-глюкопиранозид
[β-D-Fruf-(2↔1)-α-D-Glcp]
(Тривиальное название:
сахароза)



6-хлор-6-дезоксид-β-D-фруктофу-
ранозил-4,6-дихлор-4,6-дидезокси-
α-D-галактопиранозид



Последовательный способ:

α -D-галактопиранозил-(1 \rightarrow 6)-
 α -D-глюкопиранозил- β -D-фрукто-
 фуранозид
 [α -D-Galp-(1 \rightarrow 6)- α -D-
 Glcp(1 \leftrightarrow 2)- β -D-Fruf]

В основе глюкопираноза:

β -D-фруктофуранозил- α -D-галакто-
 пиранозил-(1 \rightarrow 6)- α -D-глюкопиранозид
 (Тривиальное название: раффиноза)

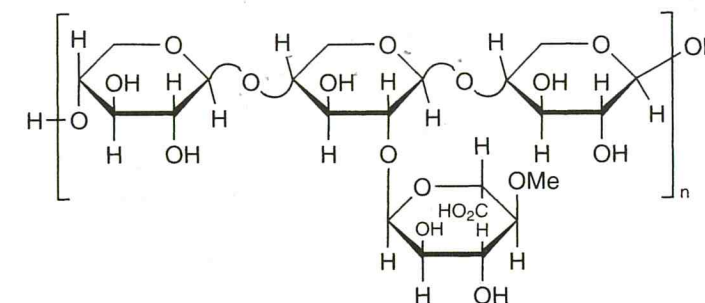
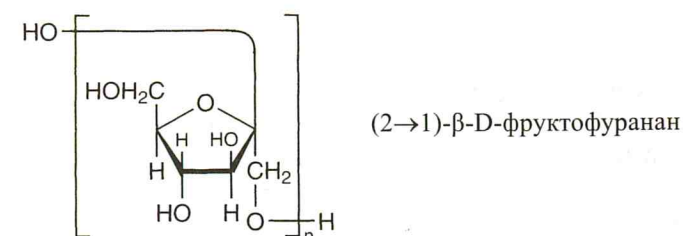
β -D-фруктофуранозил-(2 \rightarrow 1)-
 β -D-фруктофуранозил-(2 \rightarrow 1)-
 β -D-фруктофуранозил- α -D-глюко-
 пиранозид
 (Тривиальное название: нистоза)

[β -D-Fruf(2 \rightarrow 1)- β -D-Fruf-
 (2 \rightarrow 1)- β -D-Fruf-(2 \leftrightarrow 1)- α -D-
 Glcp]

5.13.3. Полисахариды (гликаны)

Рассмотрим полисахариды, которые также называются **гликанами**. Они представлены соединениями с определенной структурой, в названии присутствует окончание **...ан**, добавляемое к тривиальному названию сахара.

В случае гомополисахаридов (состоящих из одинаковых моносахаридов) окончание **...оза** заменяется на окончание **...ан**; в случае гомополисахаридов с нелинейными цепочками мономерных звеньев окончание **...оза** родоначальной структуры заменяется на **...ан** и, если необходимо, ставится дескриптор, обозначающий связывание, перед названием гликана: **ксилоза** \rightarrow **ксилан**, **манноза** \rightarrow **маннан** и т. д.



(4-О-метил- α -D-глюкуроно)-D-ксилан

5.14. Широко используемые тривиальные названия

В заключение главы о номенклатуре углеводов в табл. 17 представлено большое число наиболее **широко распространенных тривиальных названий** производных сахаридов и их систематические названия.

Таблица 17. Наиболее часто используемые тривиальные названия производных сахаридов

Абекоза (Abe)	3,6-Дидезокси-D-ксило-гексоза
Амилоза	(1 \rightarrow 4)- α -D-Глюкопиранан
Апиоза (Api)	3-C-(Гидроксиметил)-глицеро-тетроза
Аскорбиновая кислота	L-трео-Гекс-2-еноно-1,4-лактон
Целлобиоза	β -D-Глюкопиранозил-(1 \rightarrow 4)-D-глюкоза
Кладиноза	2,6-Дидезокси-3-C-метил-3-O-метил-L-рибо-гексоза
2-Дезоксирибоза (dRib)	2-Дезокси-эритро-пентоза
2-Дезоксиглюкоза (2dGlc)	2-Дезокси-арабино-гексоза
Дигиталоза	2-Дезокси-3-O-метил-D-галактоза
Дигитоксоза	2,6-Дидезокси-D-рибо-гексоза
Фукозамин (FucN)	2-Амино-2,6-дидезоксигалактоза

Таблица 17 (окончание)

Фукоза (Fuc)	6-Дезоксигалактоза
Галактозамин (GalN)	2-Амино-2-дезоксигалактоза
Гентиобиоза	β -D-Глюкопиранозил-(1 \rightarrow 6)-D-глюкоза
Глюкозамин (GlcN)	2-Амино-2-дезоксиглюкоза
Глюкозаминит (GlcN-ol)	2-Амино-2-дезоксиглюцит
Глицериновый альдегид	2,3-Дигидроксипропаналь
Глицерин (Gro)	Пропан-1,2,3-триол
Глицерон (1,3-дигидроксиацетон)	1,3-Дигидроксипропанон
Гамамелоза	2-C-(Гидроксиметил)-D-рибоза
Инулин	(2 \rightarrow 1)- β -D-Фруктофуранан
Лактоза (Lac)	β -D-Галактопиранозил-(1 \rightarrow 4)-D-глюкоза
Мальтоза	α -D-Глюкопиранозил-(1 \rightarrow 4)-D-глюкоза
Маннозамин (ManN)	2-Амино-2-дезоксиманноза
Мелибиоза	α -D-Галактопиранозил-(1 \rightarrow 6)-D-глюкоза
Нейраминовая кислота	5-Амино-3,5-дидезокси-D-глицеро-D-галактонон-2-улозоновая кислота
Раффиноза	β -D-Фруктофуранозил-(α -D-галактопиранозил-(1 \rightarrow 6)- α -D-глюкопиранозид)
Рамноза (Rha)	6-Дезоксиманноза
Сукроза, сахароза	β -D-Фруктофуранозил- α -D-глюкопиранозид
Муконовая кислота	мезо-Галактаровая кислота
Седогептулоза	D-альтро-Гепт-2-улоза
Стрептобиоза	2-Дезокси-2-метиламино- α -L-глюкопиранозил-(1 \rightarrow 2)-5-дезокси-3-C-формил-L-ликсоза
Стрептоза	5-Дезокси-3-C-формил-L-ликсоза
Трегалозамин	2-Амино-2-дезокси- α -D-глюкопиранозил- α -D-глюкопиранозид
α , α -Трегалоза	α -D-Глюкопиранозил- α -D-глюкопиранозид
Винная кислота	Эритровая/треаровая кислота
Сахарная кислота	D-глюкаровая кислота

6 Названия сложных соединений

В главах 1, 2 и 3 детально рассмотрены правила номенклатуры родоначальных структур и разнообразных функциональных классов соединений, созданных на их основе. Настоящая глава резюмирует еще раз в общем виде важные правила построения (полных) названий наиболее сложных соединений. Необходимо еще раз вернуться к рассмотрению вопроса о приоритетах в случае циклических и ациклических структур, что было уже рассмотрено в гл. 1. Поскольку функциональные группы обязательно должны быть учтены, то правила установления старшинства выходят на передний план, что будет показано в следующих разделах.

6.1. Определение высшей (главной или старшей) по рангу цепи

Для ациклических соединений высшая по рангу цепь (главная или старшая) лежит в основе названия. Для выбора последовательно используют следующие критерии (если предшествующий критерий окажется безрезультатным, то в силу вступает следующий):

- а) максимальное число наиболее старших характеристических групп;
- б) наибольшее число гетероатомов (названия цепей, содержащих гетероатом, составляют с помощью «а»-номенклатуры);

- в) наибольшее число кратных связей;
- г) наиболее длинная цепь;
- д) для гетероцепей: наибольшее число старших гетероатомов (табл. 4 и 20);
- е) максимальное число двойных связей;
- ж) для гетероцепей: наименьшие локанты у совокупности гетероатомов, затем в соответствии с их старшинством (табл. 4 и 20);
- з) наименьшие локанты у наиболее старших характеристических групп, наличие которых обозначено суффиксами;
- и) наименьшие локанты у совокупности кратных связей;
- к) наименьшие локанты у двойных связей;
- л) наибольшее число заместителей, наличие которых обозначается приставками;
- м) наименьшие локанты у всех заместителей главной цепи, наличие которых обозначают приставками;
- н) старшинство заместителей, обозначаемых приставками, определяется в алфавитном порядке;
- о) наименьшие локанты у более старших заместителей, обозначаемых приставками.

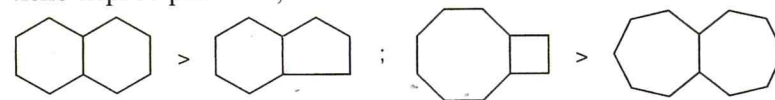
6.2. Определение старшей циклической системы

Следующие критерии рассматриваются последовательно, пока не будет принято окончательное решение:

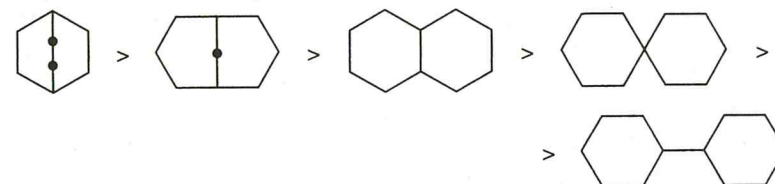
- а) большее число наиболее старших характеристических групп, обозначаемых суффиксами;
- б) в отношении гетероциклов применяют следующие правила (разд. 1.2.2.3):
 - преимущество гетероциклов над карбоциклами;
 - азотсодержащие гетероциклы;
 - старший гетероэлемент выбирают в соответствии с таблицей «а»-обозначений (табл. 4 и 20);
 - циклическая система, имеющая наибольший цикл;
 - цикл, состоящий из наибольшего числа гетероэлементов;
 - цикл, содержащий наибольшее число разных гетероатомов;
 - цикл, содержащий наибольшее число старших элементов;

- цикл с минимально возможным набором локантов, соответствующих позициям, которые расположены до места конденсирования циклов;

- в) то же и в отношении карбоциклов: системы, содержащие большее число циклов имеют преимущество;
- г) системы с наибольшим индивидуальным циклом, когда установлено первое различие;



- д) системы, содержащие наибольшее число атомов принадлежащих двум или большему числу циклов;



- е) низшие буквенные обозначения позиций конденсирования: **нафто[1,2-*f*]хинолин > нафто[1,2-*g*]хинолин;**

- ж) наименьшие номера позиций конденсирования или сочленения, например:

нафто[1,2-*f*]хинолин > нафто[2,1-*f*]хинолин > ...[2,3-*f*]хинолин
 трицикло[5.3.1.0^{2,4}]ундекан > трицикло[5.3.1.0^{3,5}]ундекан
 спиро[циклопентан-1,1'-инден] > спиро[циклопентан-1,2'-инден]
 2,3'-бипиридин > 3,3'-бипиридин

- з) самая низкая степень гидрирования;



- и) наименьшие локанты у обозначенного водорода;
- к) наименьшие локанты у свободных валентностей;
- л) наименьшие локанты у характеристических групп, наличие которых обозначают суффиксом;
- м) наибольшее число заместителей, наличие которых обозначают приставками;
- н) наименьшие локанты у совокупности всех заместителей, обозначаемых приставками, в том числе приставкой гидро-, а также «ен»- и «ин»-позиций;

1,2-дигидро-2-метил-3-хлорнафталин (1,2,2,3)	>	2,3-дигидро-3-метил-2-хлорнафталин (2,3,3, 2,)
3-нитро-2-фтор-7-этил-циклоокт-1-ен-4-ин (3,2,7,1,4)	>	5-нитро-8-фтор-2-этил-циклоокт-1-ен-3-ин (5,8,2,1,3)
о) наименьшие локанты при первой приставке;		
3-нитро-4-хлорхинолин	>	4-нитро-3-хлорхинолин

6.3. Старшинство характеристических групп

Как было условлено в предыдущих разделах, главный компонент (цепь или цикл), выбираемый как основа для формирования названия, содержит наибольшее число старших групп. Это всегда самое главное в самом широком смысле, даже в том случае, когда, например, две цепи разделены циклом. Наличие в цепи самой старшей функциональной группы (характеристической группы) является определяющим для формирования систематического названия по названию цепи, несмотря на наличие даже очень больших циклических заместителей. Соответственно при выборе основы названия никакая даже самая длинная цепь не имеет преимущества перед самым малым циклом, если он содержит более старшую функциональную группу.

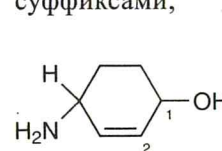
Если старшие группы присутствуют и в цикле и в цепочечном основном компоненте, старшинство обозначенных структур определяется старшинством этой группы. Если оба компонента содержат одинаковое число старших групп, то нужно принять во внимание инструкции, данные в разд. 1.2.1.2.5, в соответствии с которыми предпочтение отдается тому компоненту, у которого наивысшая степень замещения или наибольшее число атомов. В таких случаях в Chem. Abstr., насколько это возможно, всегда отдадут предпочтение циклам, а не цепям.

6.4. Нумерация атомов в формуле

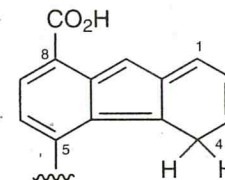
При наличии функциональных групп правила нумерации атомов родоначальных структур должны быть дополнены следующими важными пунктами. Если на основании правил нумерации, изложенных в разд. 1.1 и 1.2, выбор не сделан, то используют правило

наименьших локантов, опираясь на следующие критерии, применяемые последовательно:

- обозначенный водород (даже если неявно обозначенный);
- свободные валентности;
- высшие по рангу характеристические группы, обозначаемые суффиксами;

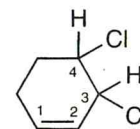


4-аминоциклогекс-2-ен-1-ол

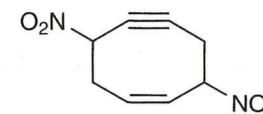


8-карбоксит-4Н-флуорен-5-ил

- суммарное число кратных связей, затем двойных связей;

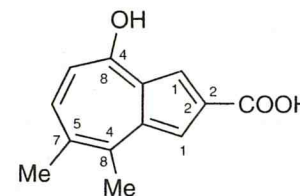


3,4-дихлорциклогекс-1-ен



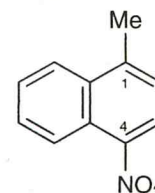
3,7-динитроциклоокт-1-ен-5-ин

- наименьшие локанты у совокупности заместителей, обозначаемых приставками (гидро-), а также позиций, обозначаемых с помощью «ен»- и «ин»-;

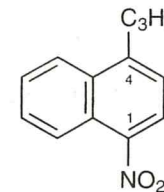


8-гидроксит-4,5-диметилазулен-2-карбоновая кислота (4,5,8),
но не 4-гидроксит-7,8-диметилазулен-2-карбоновая кислота (4,7,8)

- наименьший локант у заместителя, обозначаемого первой (по алфавиту) приставкой.



1-метил-4-нитронафталин



1-нитро-4-пропилнафталин

6.5. Очередность указания приставок

Как следует из предыдущих глав, приставка имеет важнейшее значение, а часто играет определяющую роль в систематизации названий соединений. Тем более необходимо регламентировать употребление приставок при составлении систематического названия.

Все приставки четко характеризуют принадлежность структуры к классу циклических или ациклических родоначальных систем, то есть являются неотделяемыми частями названия.

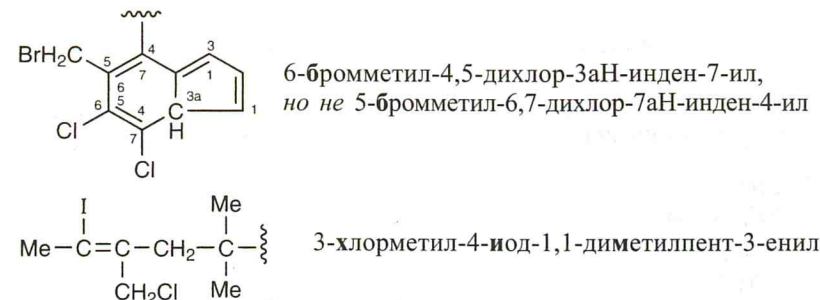
Неотделяемые приставки для родоначальных систем:

- циклообразующие: цикло-, бицикло- и т. д., спиро- и т. д.;
- циклоразрушающие: секо- (см. номенклатуру стероидов, табл. 22);
- указывающие на изменение размера цикла: нор-, гомо- (табл. 22);
- конденсирующие: бензо-, циклоокта-, имидазо- и т. д.;
- «а»-обозначения заместительной номенклатуры: окса-, фосфа-, аза- и т. д.;
- изомеризирующие: изо-, *втор-*, *трет-* и т. д.;
- указывающие на наличие обозначенного водорода;
- указывающие на образование мостика: этено-, бензоло- и т. д.

Напротив, все **приставки, соответствующие заместителям** (табл. 6 и 8), являются **отделяемыми** и перечисляются перед названием основы в алфавитном порядке.

Приставки **гидро-** и **субтрактивные приставки** традиционно используются как отделяемые, так и неотделяемые (Chem. Abstr., и справочник Бельштейна); однако в последних рекомендациях IUPAC предлагается их классифицировать как **неотделяемые**.

Важно знать, что **умножающие приставки** не учитываются при определении алфавитного порядка приставок. Сложные заместители воспринимаются как единое целое, с другой стороны, мы рассматриваем их как заместитель и на них распространяются те же правила номенклатуры, что и для родоначальных структур за двумя исключениями: а) даже самые старшие характеристические группы обозначают суффиксами и б) связующей позиции (свободной валентности) присваивают наименьший из возможных локантов в рамках ограничений, упомянутых в разд. 6.4. Цепочным заместителям традиционно присваивают локант 1.



6.6. Соединения, содержащие изотопную метку

Соединения, нуклидный состав которых отличается от природного, называются **изотопно-модифицированными**. «Неприродные» нуклиды, наиболее часто используемые в органической химии, это ^{11}C , ^{13}C , ^{14}C , ^{15}N , ^{17}O , ^{18}O , ^{34}S , ^{32}P , а также изотопы водорода, которые приведены в табл. 18.

Таблица 18. Символы и названия изотопов водорода



		^1H	$^2\text{H}^a$	$^3\text{H}^a$	H^b
Атом	H°	Протий	Дейтерий	Тритий	Водород
Катион	H^\oplus	Протон	Дейтрон	Тритон	Протон
Анион	H^\ominus	Протид	Дейтерид	Тритид	Гидрид

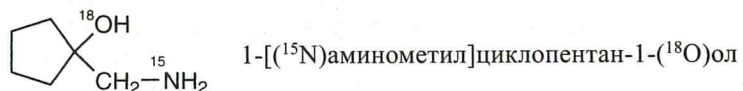
^a Символы D и T можно использовать в тех случаях, когда отсутствуют другие модифицирующие нуклиды.

^b Используется в случае неопределенного или природного изотопного состава.

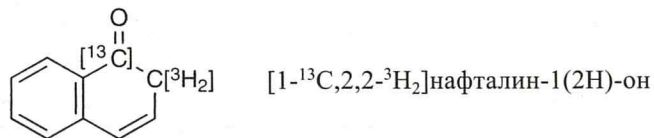
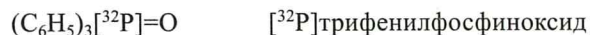
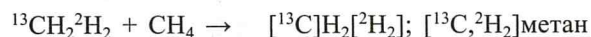
Существует пять типов изотопно-модифицированных соединений, которые подразделяются на **изотопно-замещенные** (а) и четыре типа **изотопно-меченных** соединений (б–д).

- Изотопно-замещенными** называются соединения, все молекулы которых содержат только указанный(е) нуклид(ы) в указанной(ых) позиции(ях), при этом изотопный состав всех других положений соответствует природному. Перед названием соединения в круглых скобках указывают символ нуклида с соответствующим локантом. Символы элементов перечисляют в алфавитном порядке; высшие нуклиды перечисляют раньше низших.

$C^2H_2Cl_2$ дихлор(2H_2)метан	или	CD_2Cl_2 дихлор(D_2)метан
C^2H_3CN (2H_3)ацетонитрил	или	CD_3CN (D_3)ацетонитрил
$C_6^2H_6$ (2H_6)бензол	или	C_6D_6 (D_6)бензол
 (2H_8)тетрагидрофуран	или	 (D_8)тетрагидрофуран
$CH_3CO_2^2H$ (O- 2H)уксусная кислота	или	CH_3CO_2D (O-D)уксусная кислота

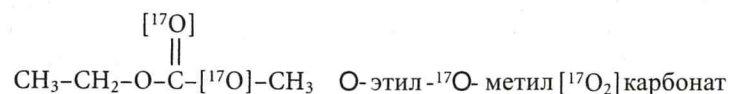


б) **Специфически меченное** соединение формально является результатом добавления (моно- или поли-) изотопно-замещенного соединения к тому же изотопно-немодифицированному исходному соединению. В формулах и названиях таких соединений символ нуклида и подстрочные умножающие индексы приводят в квадратных скобках, например:

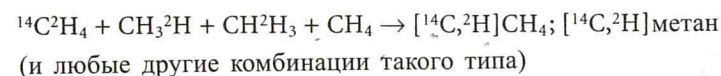


или

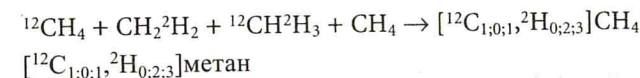
или



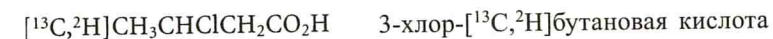
в) **Селективно меченным** называется соединение, формально состоящее из смеси изотопно-замещенных соединений и соответствующего изотопно-немодифицированного соединения. Если известно положение меток, но необязательно известно их число, символ нуклида помещают в квадратных скобках перед названием или формулой соединения, при необходимости с соответствующим локантом, но без умножающего подстрочного индекса.



Если селективно меченное соединения получено путем смешивания нескольких **известным образом изотопно-замещенных соединений**, то это обозначается путем перечисления подстрочных индексов у символа нуклида.



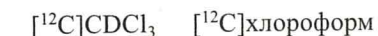
г) **Неселективно меченным** соединение называется в том случае, когда и число и положение меток является неопределенным; в таких случаях в квадратных скобках перед формулой или названием помещают символ или символы нуклидов, но без локантов и подстрочных умножающих индексов.



д) **Изотопно-дефицитные** соединения состоят из молекул, в которых содержание одного или нескольких нуклидов меньше природного; в названии этих соединений перед символом нуклида помещают приставку *def*.



Напротив, если последнее соединение является «**обогащенным**» по сравнению с природным нуклидным составом, то:



В табл. 19 кратко изложены основные положения этого раздела.

Таблица 19. Формулы и названия изотопно-модифицированных соединений

Модификация	Формула	Название
Немодифицированное	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	Этанол
Изотопно-замещенное	$\text{C}^2\text{H}_3\text{CH}_2-^{18}\text{O}^2\text{H}$	(2,2,2- $^2\text{H}_3$)Этан(^2H , ^{18}O)ол или (O,2,2,2- $^2\text{H}_4$, ^{18}O)этанол
Специфически меченное	$[^{13}\text{C}]\text{H}_3-\text{C}[^2\text{H}_2]-\text{O}[^2\text{H}]$	[2- ^{13}C ; 1,1- $^2\text{H}_2$]Этан[^2H]ол или [2- ^{13}C ; O, 1,1- $^2\text{H}_3$]этанол
Селективно меченное	$[\text{O}, 2-^2\text{H}]\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ $[2-^2\text{H}_{2,2}, ^{18}\text{O}_{0,1}]\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	[O, 2- ^2H]Этанол [2- $^2\text{H}_{2,2}$, $^{18}\text{O}_{0,1}$]Этанол
Неселективно меченное	$[^2\text{H}]\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	[^2H]Этанол; [D]этанол
Изотопно-дефицитное	$\text{CH}_3-[\text{def}^{13}\text{C}]\text{H}_2-\text{OH}$ или $\text{CH}_3-[^{12}\text{C}]\text{H}_2-\text{OH}$	[1-def ^{13}C]Этанол [1- ^{12}C]Этанол

6.7. Stereoхимические характеристики

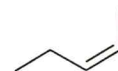
Когда все основные элементы в соединении определены должным образом в соответствии с существующими правилами, необходимо обозначить дескрипторы для того, чтобы правильно учесть и все стереохимические особенности. Окончательный статус получили правила описания *цис/транс*-изомеров, стереогенных (ранее: асимметрических) центров и *экзо/эндо*-отношений в бициклических соединениях, как это было подчеркнуто в соответствующих разделах. Обобщенная процедура определения стереогенных элементов дана в конце этой главы.

6.7.1. Цис/транс-изомерия; E/Z-конвенция

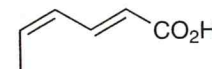
Вопрос о *цис*- или *транс*-расположении атомов или групп возникает тогда, когда они лежат по одну или по разные стороны относительно плоскости, общей для обоих стереоизомеров рассматриваемой молекулы. Для систем с двойной связью – это плоскость π -связи, для циклических систем – это та плоскость, к которой максимально приближен скелет цикла.

6.7.1.1. Системы с двойными связями

В случае вицинальных дизамещенных олефинов (и подобных систем с двойными связями) традиционно используют приставки *цис*- и *транс*-, в случае высших систем с заместителями **согласно правилам Кана-Ингольда-Прелога** нужно использовать дескрипторы (Z) и (E).



цис-пент-2-ен
(Z)-пент-2-ен

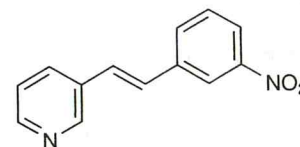


2-*транс*,4-*цис*-гекса-2,4-диеновая кислота
(2E,4Z)-гекса-2,4-диеновая кислота

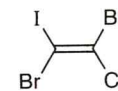
В приведенном примере **конформация** относительно 3,4-одинарной связи выражается дополнительной приставкой *s-цис* или *s-транс*, таким образом кислота должна быть названа: *s-транс*,(2E,4Z)-гексадиеновая кислота.



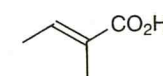
1-*цис*,3-*транс*-циклоокта-1,3-диен
(1Z,3E)-циклоокта-1,3-диен



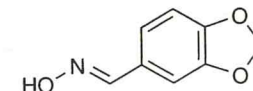
3-[*транс*- или (E)-2-(3-нитрофенил)-этенил]пиридин



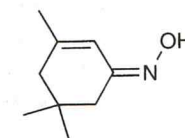
(Z)-1,2-дибром-2-иод-1-хлорэтан



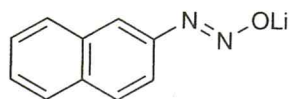
(E)-2-метилбут-2-еновая кислота



пиперональ-(E)-оксим
Традиционное название:
пиперональ-син-оксим



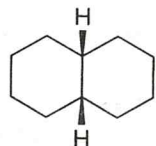
3,5,5-триметилциклогекс-2-енон-(Z)-оксим



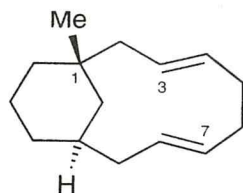
нафталин-2-ил-(*E*)-дiazенолят лития
Традиционное название:
нафталин-2-анти-дiazоат лития

6.7.1.2. Циклические системы

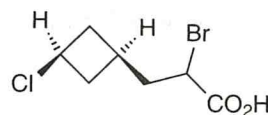
В названиях бициклических и негеминально замещенных монокликов традиционно используют дескрипторы *цис/транс*.



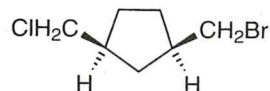
цис-декагидронафталин
(*цис*-декалин)



1-метил-*транс*-бицикло[8.3.1]тетрадека-3-*транс*,7-*транс*-диен

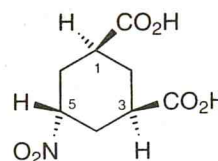


Соединительная номенклатура:
 α -бром-*цис*-3-хлор-
циклобутанпропановая кислота
Заместительная номенклатура:
2-бром-3-(*цис*-3-хлор-
циклобутил)пропановая кислота

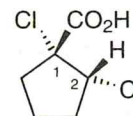


транс-1-(бромметил)-2-(хлорметил)-
циклопентан

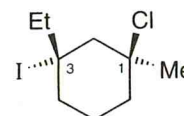
В отношении циклов, содержащих более двух заместителей у насыщенных атомов цикла, нужно использовать расширенный подход *цис/транс*-обозначений. Наиболее старший заместитель, обозначенный суффиксом или, если такового нет, более старший заместитель у имеющего наименьший локант дважды замещенного атома цикла, обозначаемый приставкой, определяется как реперная группа. Эта реперная группа обозначается буквой *r* перед соответствующим локантом. Так, наиболее старшие заместители у других атомов цикла обозначаются относительно этого *r*-заместителя как *c* (*цис*) или *t* (*транс*) и это обозначение указывают перед соответствующим локантом. Все упомянутые определения должны быть сделаны в соответствии с правилами Кана-Ингольда-Прелога (см. разд. 6.7.2.1).



t-5-нитроциклогексан-*r*-1,3-дикарбоновая кислота



1,2-дихлорциклопентан-*r*-1-карбоновая кислота



t-3-иод-1-метил-*r*-1-хлор-3-этил-
циклогексан

Все представленные соединения содержат стереогенные центры; они охарактеризованы в соответствии с правилами обозначения абсолютной конфигурации, как будет описано в последующих разделах.

6.7.2. Обозначение абсолютной и относительной конфигураций

6.7.2.1. Соединения со стереогенными (асимметрическими) углеродными (и подобными) центрами

Хиральные молекулы со стереогенными центрами известной абсолютной конфигурации обозначаются стереодескрипторами *R* или *S*, присвоенными в соответствии с правилами, которые описаны ниже. Для того чтобы определить дескриптор, тетраэдрический центр необходимо расположить таким образом, чтобы **низший по рангу лиганд** (атом или заместитель) был ориентирован в противоположную от наблюдателя сторону. Среди оставшихся трех заместителей, ориентированных на наблюдателя, определяют направление уменьшения старшинства¹. Так, если это происходит по часовой стрелке, то конфигурация обозначается дескриптором (*R*), если против часовой стрелки – (*S*). Такие пространственные обозначения имеют общий термин – **триадная стереогенная единица**.

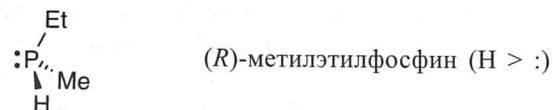
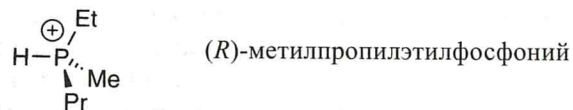
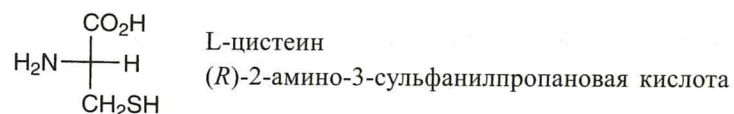
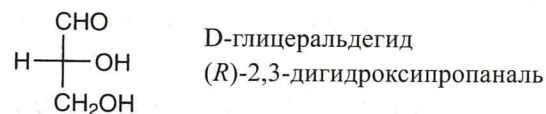
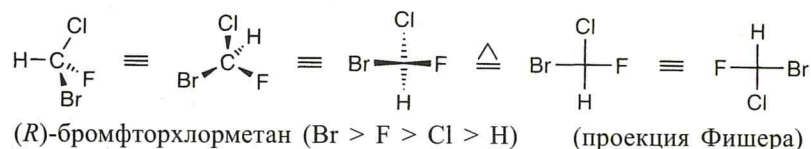
¹ В случае аминокислот, углеводов и соединений подобного типа традиционно используют дескрипторы D и L.

Приоритеты в расположении лигандов, соответствующие **правилам Кана-Ингольда-Прелога**¹:

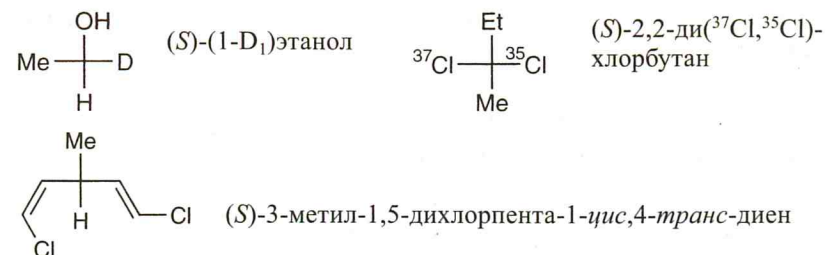
- | | | |
|---------------------------------|---|---|
| 1. более высокий атомный номер | > | меньший атомный номер |
| 2. более высокое массовое число | > | меньшее массовое число |
| 3. <i>Z</i> ; <i>cis</i> | > | <i>E</i> ; <i>trans</i> |
| 4. <i>R,R</i> ; <i>S,S</i> | > | <i>R,S</i> ; <i>S,R</i> . <i>r</i> > <i>s</i> |
| 5. <i>R,M</i> | > | <i>S,P</i> |

На практике в большинстве случаев при окончательном определении старшинства главную роль играют первые три критерия.

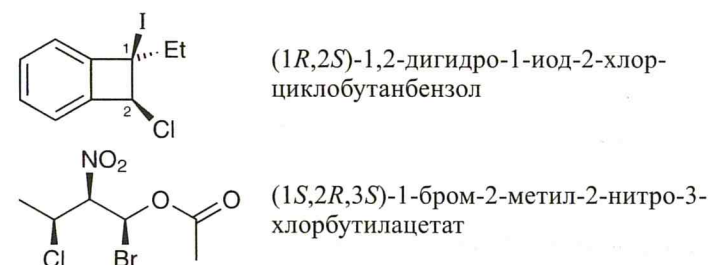
Для наглядного представления стереохимических соотношений в тетраэдрических молекулах существуют следующие графические обозначения, которые можно выбирать по своему усмотрению.



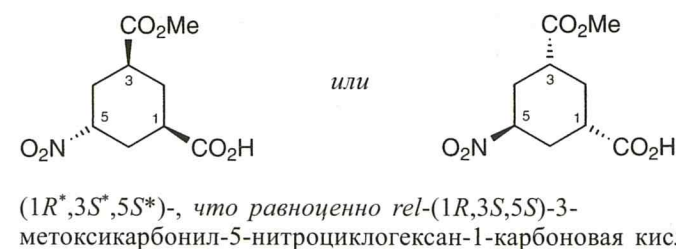
¹ Впервые опубликованы: R.S. Cahn, C.K. Ingold, V. Prelog, Angew. Chem. **1966**, 78, 413. Substantially modified and expanded version: V. Prelog, G. Helmchen, Angew. Chem. **1982**, 94, 614; Intern. Edition, **1982**, 21, 567.



Когда в молекуле имеется несколько стереогенных (*ранее называемых* асимметрическими или хиральными) центров, то обозначение всех конфигураций этих центров ставится перед названием в виде ***R,S*-символов** в круглых скобках.

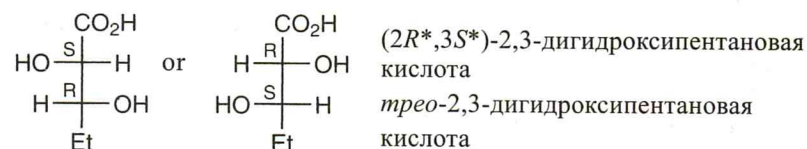


Если в молекуле есть центры, для которых известна только **относительная конфигурация**, то их обозначают дескрипторами ***R*^{*}/*S*^{*}** (для обоих энантиомеров) таким образом, что центру с наименьшим локантом произвольно присваивается дескриптор ***R*^{*}**. В качестве альтернативного обозначения можно использовать символы *R/S* (без звездочки), но тогда перед скобками ставится приставка *rel*.

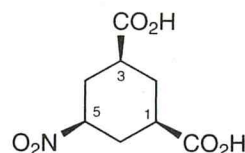


Для производных углеводов и соединений, содержащих только два стереогенных центра, до сих пор часто применяются традиционные дескрипторы *эритро/трео* для обозначения **стереохимиче-**

ских отношений. Два энантиомера (*эритро* или *трео*) образуют рацемическую пару.

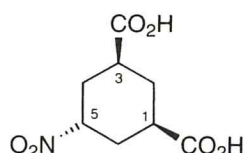


Следующие две дикарбоновые кислоты являются ахиральными **диастереомерными мезо-формами с псевдостереогенным** (ранее: псевдоасимметрическим) атомом углерода C-5, которому присвоен дескриптор *r* или *s* соответственно.



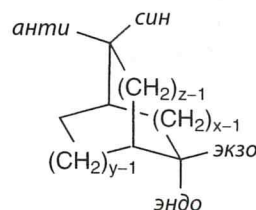
(1R,3S,5s)-

5-нитроциклогексан-1,3-дикарбоновая кислота

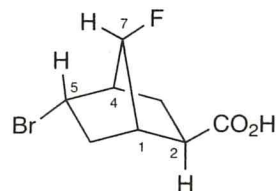


(1R,3S,5r)-

В полициклических системах все стереогенные центры также могут быть однозначно охарактеризованы, как было показано выше. Для обозначения стереохимии бицикло[х.у.з]алканов с $x \geq y > z > 0$ обычно применяются специфические стереодескрипторы *эндо/экзо*, *син/анти*. Таким образом, группы с наивысшими локантами, направленные в сторону мостика, обозначаются дескриптором *экзо*, а направленные в противоположную сторону – дескриптором *эндо*. В то же время группа, присоединенная к мостику и направленная к мостику с низшими локантами, обозначается дескриптором *син*, а в противоположную сторону – *анти*.



5-эндо-бром-7-син-фторбицикло[2.2.1]гептан-2-экзо-карбоновая кислота или (1S,2R,4R,5S,4R)-5-бром-7-...



6.7.2.2. Молекулы со спиральными стереогенными элементами

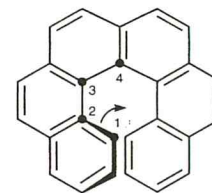
Стереогенные элементы самых разных типов, ответственные за существование энантиомеров в случае **аксиальной и планарной хиральности** молекул, называются **спиралями** – *P* (от англ. *plus*) или *M* (от англ. *minus*) и могут быть легко получены с помощью соответствующих **четырёхточечных фигур**, включенных в соответствующие структурные формулы.



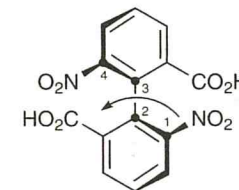
Присвоение стереодескрипторов зависит от того, в какую сторону – вправо (*P*) или влево (*M*) нужно повернуть фигуру вокруг оси 2–3, чтобы получить **син-перипланарное** расположение соединительных линий 1–2 и 3–4 (в соответствии с суперпозицией плоскостей 1,2,3 и 2,3,4).

6.7.2.2.1. Винтоподобные молекулы (одна хиральная ось)

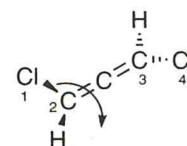
Винтоподобные структуры, обнаруженные только для таких молекул, как гелицены, 1,3-дизамещенные аллены, 2,2'-дизамещенные бифенилы и т. д., имеют ось II порядка C_2 . С помощью четырехточечных фигур, обозначенных в формуле, можно определить **абсолютные спирали** (*P* или *M*). Привычные дескрипторы *aS* (или *S_a*) и *aR* (или *R_a*) **противоположны** гораздо более часто применяемым **спиральным символам P и M**.



(P)-гексагелицен



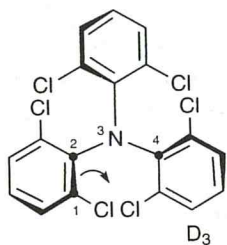
(M)-6,6'-динитробифенил-2,2'-дикарбоновая кислота



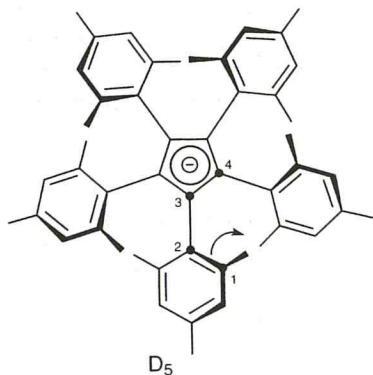
(P)-1,3-дихлорпропадиен

6.7.2.2.2. Пропеллерные молекулы (несколько хиральных осей)

Структуры с симметрией D_n могут быть наглядно представлены как **п-лопастные пропеллеры**, в которых p винтовых фрагментов сгруппированы вокруг реального или фиктивного центрального элемента. Эта категория включает, кроме прочих, триарильные элементы и подобные полиарильные производные, соединенные двойной связью бифенилы и некоторое число скрученных молекул. Здесь опять же можно легко определить спирали, используя четырехточечные фигуры, выделенные в структурной формуле.

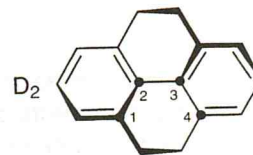


(*P*)¹-трис(2,6-дихлорфенил)азан
Chem. Abstr.: (*P*)-N,N-бис(2,6-
дихлорфенил)-2,6-дихлорфениламин
(или ...анилин)

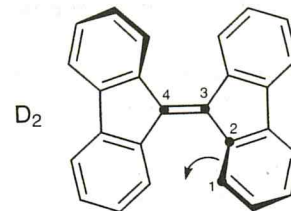


(*P*)- или более точно (*P,P,P,P,P*)-
пентамезитилциклопентадиенид

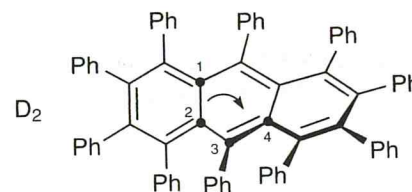
¹ Спиральный дескриптор должен на самом деле быть записан в виде (*P,P,P*), поскольку в принципе (хотя это ни разу не наблюдалось) одна фенильная группа может быть повернута в **противоположную сторону**, что соответствует (*P,P,M*)-диастереомеру.



(*P*)-4,5,9,10-тетрагидроперин

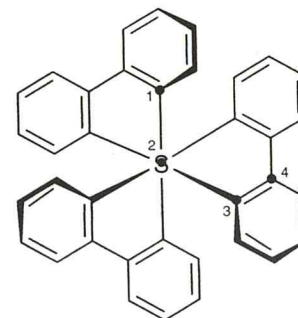


(*M*)-би(флуорен-9,9'-илиден)



(*M*)-декафенилантрацен

Трис-хелатированные соединения с тремя симметричными бидентатными лигандами (в неорганической химии аналогами являются трис-хелатированные комплексы переходных металлов) могут быть представлены как трехлопастные пропеллеры с соответствующим образом охарактеризованными спиралями.

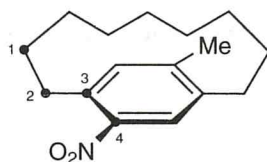


(*M*)¹-трис(бифенил-2,2'-диил)-λ⁶-сульфан

¹ В неорганической химии используют символы Λ, λ (лямбда) и Δ, δ (дельта).

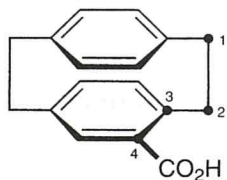
6.7.2.3. Молекулы с планарной хиральностью

Все представленные ниже соединения обладают плоскостью хиральности, и их спирали могут вновь быть определены с помощью четырехточечных фигур. К этому типу, в первую очередь, принадлежат так называемые *анса*-соединения, несимметрично замещенные циклофаны и определенные конформации циклоолефинов.

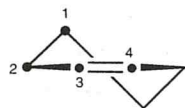


Chem. Abstr.: (*P*)-12-метил-14-нитробикало[9.2.2]пентадека-1(13),11,14-триен

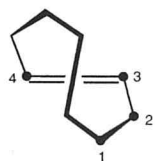
Новое название для циклофанов по IUPAC: (*P*)-1²-метил-1⁶-нитро-1(1,4)-бензолациклодекафан



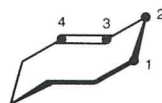
(*M*)-трицикло[8.2.2.2^{4,7}]гексадека-1(12),4,6,10,13,15-гексаен-5-карбоновая кислота



(*M*)-полукресло циклогексена



(*M*)-корона циклооктена



(*P*)-кресло циклооктена

6.7.3. Заключительные замечания

Автор обеспокоен тем фактом, что многие химики до сих пор используют традиционные символы *R/S* для спиральных стереогенных элементов, даже если это **не соответствует** правильным спиральным дескрипторам, как в случае соединений с аксиальной хиральностью, где $P \neq R_a \triangleq M$ и $M \neq S_a \triangleq P$. Следует различать определенные виды стереогенности – триадную и спиральную (четырёхточечная фигура) – не только на абстрактном уровне, но и при присваивании дескрипторов *hic R/S illic P/M*.

7 Приложение

7.1. Полный список «а»-обозначений, используемых в заместительной номенклатуре

Таблица 20. Полный список заместительных обозначений («а»-обозначений) в порядке уменьшения старшинства

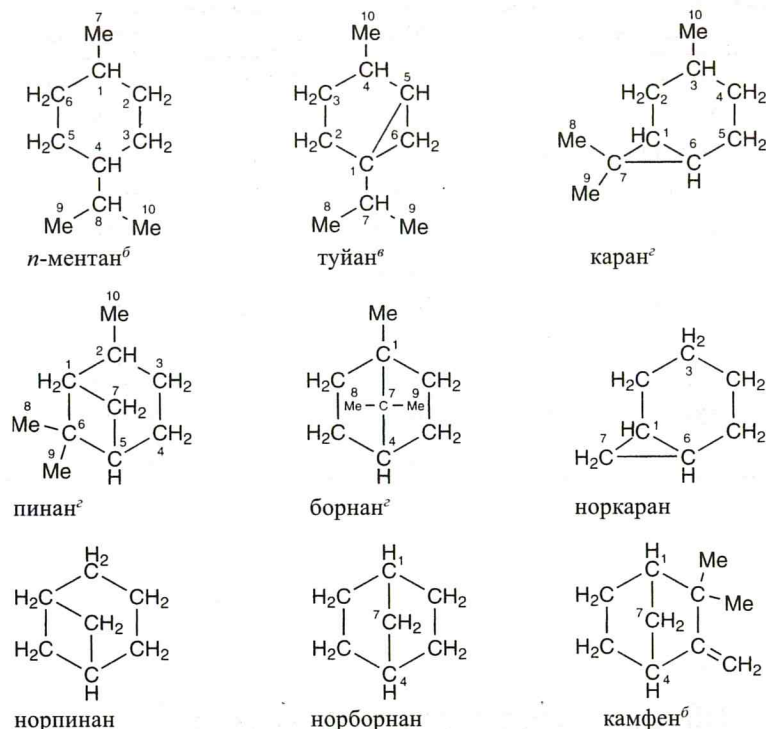
Элемент	«а»-Обозначение	Элемент	«а»-Обозначение	Элемент	«а»-Обозначение
F	Фтора	Au	Аура	Eu	Европа
Cl	Хлора	Ni	Никела	Gd	Гадолина
Br	Брома	Pd	Паллада	Tb	Терба
I	Иода	Pt	Платина	Dy	Диспроза
At	Астата	Co	Кобальта	Ho	Гольма
O	Окса	Rh	Рода	Er	Эрба
S	Тиа	Ir	Ирида	Tm	Тула
Se	Селена	Fe	Ферра	Yb	Иттерба
Te	Теллура	Ru	Рутена	Lu	Лютета
Po	Полона	Os	Осма	Ac	Актина
N	Аза	Mn	Мангана	Th	Тора
P	Фосфа	Tc	Технета	Ra	Протактина
As	Арса	Re	Рена	U	Урана
Sb	Стиба	Cr	Хрома	Np	Нептуна
Bi	Висма	Mo	Молибда	Pu	Плутона
C	Карба	W	Вольфрама	Am	Америка
Si	Сила	V	Ванада	Cm	Кура
Ge	Герма	Nb	Ниоба	Bk	Беркела
Sn	Станна	Ta	Тантала	Cf	Калифорна

Таблица 20 (окончание)

Элемент	«а»-Обозначение	Элемент	«а»-Обозначение	Элемент	«а»-Обозначение
Pb	Плюмба	Ti	Титана	Es	Эйнштейна
B	Бора	Zr	Циркона	Fm	Ферма
Al	Алюмина	Hf	Гафна	Md	Менделева
Ga	Галла	Sc	Сканда	No	Нобела
In	Инда	Y	Иттра	Lr	Лоуренса
Tl	Талла	La	Лантана	Be	Берилла
Zn	Цинка	Ce	Цера	Mg	Магнеза
Cd	Кадма	Pr	Празеодима	Ca	Кальца
Hg	Меркура	Nd	Неодима	Sr	Стронга
Cu	Купра	Pm	Промета	Ba	Бара
Ag	Аргента	Sm	Самара	Ra	Рада

7.2. Таблицы наиболее распространенных тривиальных (и полутривиальных) названий

Значительное число тривиальных названий, которые следует сохранить (которые слишком часто используются, чтобы просто от них отказаться), были уже представлены в таблицах в гл. 1 (конденсированные полициклы: табл. 1, гетероциклы: табл. 2 и 3). В гл. 2 при рассмотрении функциональных классов многочисленные тривиальные названия не упоминались, все они представлены в таблицах в этом приложении. Специфические углеводородные системы, такие как терпены и стероиды, в номенклатуре которых преобладают тривиальные названия, также рассматриваются в этом приложении.

Таблица 21. Циклические терпеновые углеводороды^a

^a Ациклические терпены и углеводороды тетраметилциклогексанового типа называют по систематической номенклатуре. Ненасыщенные производные, которые, как правило, имеют тривиальные названия, могут быть названы обычным способом, например: 3- n -ментен, 2,5-норборнадие и т. д.

^b При наличии дополнительных алкильных групп следует использовать систематическое название.

^c Если в молекуле кроме метильной или изопропильной групп присутствуют другие боковые цепи (содержащие более одной метиленовой группы) следует использовать систематическое название. Названия других продуктов замещения также основаны на тривиальных названиях.

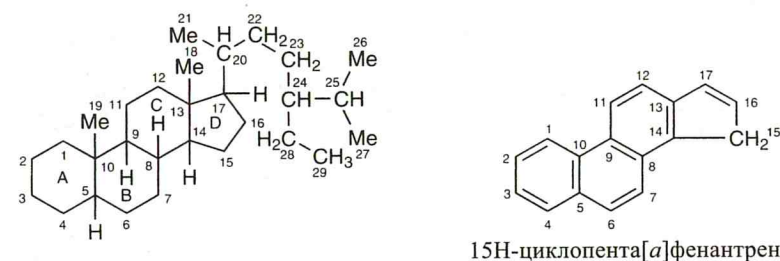
^d Если в молекуле присутствуют боковые цепи (отличные от метильной или метиленовой группы), то в качестве родоначальной структуры используют тривиальное название. Таким образом, продукты замещения рассматривают как производные норкарана, норпинана или норборнана.

Таблица 22. Стероиды

Детальное обсуждение номенклатуры стероидов можно найти в своде правил (Pure Appl. Chem. 1989, 61, 1783; см. также литературу [9]). Ниже приведены только основные типы соединений и самые элементарные правила.

Основные типы

Следующая схема демонстрирует правила нумерации атомов в циклах, которые используют для полностью ненасыщенной (манкьюд) системы, а именно, 15 H -циклопента[a]фенантрена.



Группы, выступающие из плоскости кольца (определяющие конфигурацию стереоцентров), имеют свои обозначения: стереодескриптор β обозначаются центры, у которых атом Н расположен над плоскостью кольца (уширенная линия); стереодескриптор α – под плоскостью кольца (пунктирная линия).

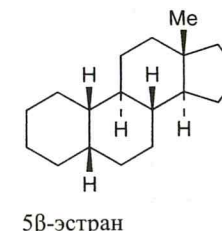


Таблица 22 (продолжение)

Волнистой линией показывают ориентацию группы для стереогенных центров, конфигурация которых не определена, и обозначают их стереодескриптором ξ .

	R	Тривиальное название
	H	5 ξ -Андростан
	²⁰ 21 C ₂ H ₅	5 ξ -Прегнан
	²⁰ CH(CH ₃)CH ₂ CH ₂ CH ₃	5 ξ -Холан ^a
	²⁰ CH(CH ₃)CH ₂ CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂	5 ξ -Холестан ^b
	²⁰ CH(CH ₃)CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃)CH(CH ₃) ₂	5 ξ -Эргостан ^{a,b}
	²⁰ CH(CH ₃)CH ₂ CH ₂ CH(C ₂ H ₅)CH(CH ₃) ₂	5 ξ -Стигмастан ^{a,b}

Конфигурация: ^a 20R, ^b 24S, ^c 24R.

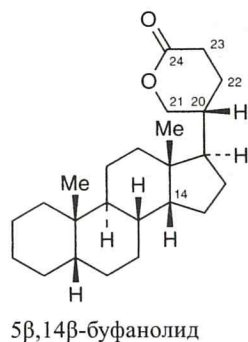
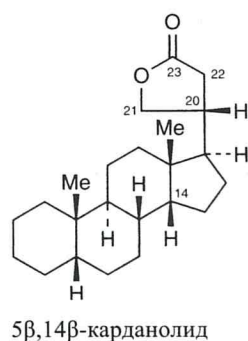
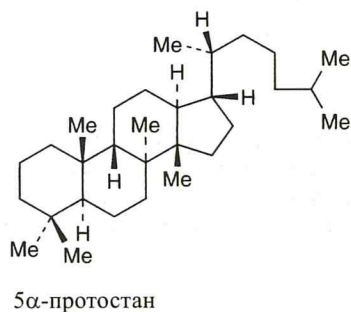
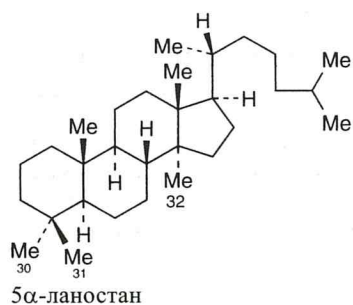
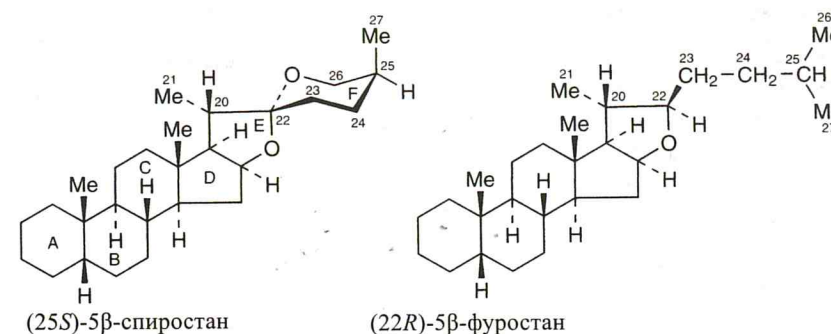


Таблица 22 (продолжение)



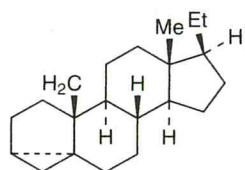
Ненасыщенные и замещенные производные этих основных типов соединений называют в соответствии с правилами для обычных органических соединений; примеры приведены далее.

Тривиальное название	Систематическое название
Альдостерон	18,11-Полуацеталь-11 β ,21-дигидрокси-3,20-диоксо-4-прегнен-18-аль
Андростерон	3 α -Гидрокси-5 α -андростан-17-он
Холекальциферол	9,10-Секо-5,7,10(19)-холестатриен-3 β -ол
Холестерол	5-Холестен-3 β -ол
Холевая кислота	3 α ,7 α ,12 α -Тригидрокси-5 β -холан-24-овая кислота
Кортикостерон	11 β ,21-Дигидрокси-4-прегнен-3,20-дион
Кортизол	11 β ,17,21-Тригидрокси-4-прегнен-3,20-дион
Кортизон	17,21-Дигидрокси-4-прегнен-3,20-дион
Дезоксикортикостерон	21-Гидрокси-4-прегнен-3,20-дион
Эргокальциферол	9,10-Секо-5,7,10(19),22-эргостатетраен-3 β -ол
Эргостерол	5,7,22-Эргостатриен-3 β -ол
Эстрадиол-17 α	1,3,5(10)-Эстратриен-3,17 α -диол
Эстриол	1,3,5(10)-Эстратриен-3,16 α ,17 β -триол
Эстрон	3-Гидрокси-1,3,5(10)-эстратриен-17-он
Ланостерол	8,24-Ланостадиен-3 β -ол
Литохолевая кислота	3 α -Гидрокси-5 β -холан-24-овая кислота
Прогестерон	4-Прегнен-3,20-дион
Тестостерон	17 β -Гидрокси-4-андростен-3-он

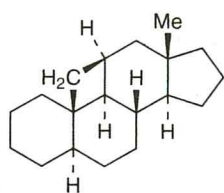
Таблица 22 (продолжение)

Типы модифицирования

Появление связи между несоседними атомами выражается прибавлением приставки **цикло**, перед которой ставят цифровые локанты, обозначающие связанные атомы, с добавлением стереодескриптора.

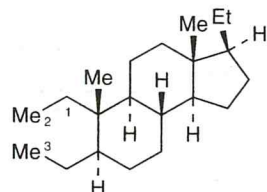


3α,5-цикло-5α-прегнан

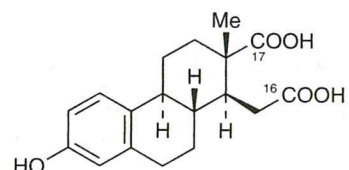


11β,19-цикло-5α-андростан

Разрыв цикла обозначается соответственно приставкой **секо**.

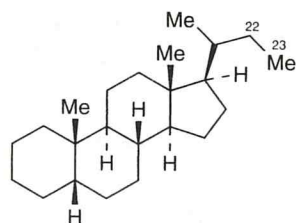


2,3-секо-5α-прегнан

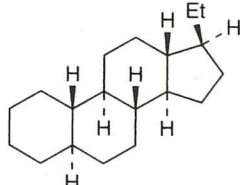


3-гидрокси-16,17-секо-1,3,5(10)-эстратриен-16,17-диовая кислота

Удаление >CH_2 -группы из боковой цепи или метильной группы из основной структуры обозначается приставкой **нор**, которую помещают после цифрового локанта, соответствующего этой группе.



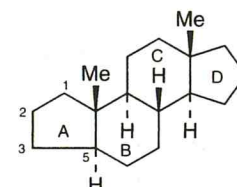
24-нор-5β-холан



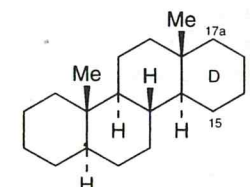
18,19-динор-5α-прегнан

Таблица 22 (окончание)

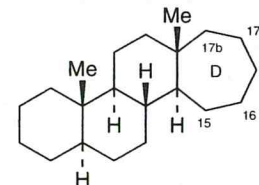
Сужение цикла также обозначается приставкой **нор**, тогда как расширение цикла и удлинение боковой цепи обозначается приставкой **гомо**. В обоих случаях локанты или буквы, обозначающие модифицированное кольцо, помещаются перед этими приставками. Сохраняется исходная нумерация, но в случае **нор**-производного наивысший локант модифицированного кольца исчезает; тогда как в случае **гомо**-продуктов к наивысшему локанту добавляются прописные буквы a, b... и т. д.*



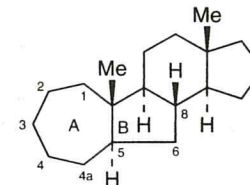
A-нор-5α-андростан



D-гомо-5α-андростан

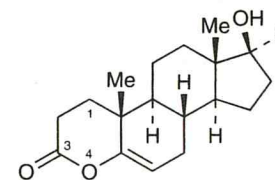


D-дигомо-5α-андростан



A-гомо-B-нор-5α-андростан

Гетероциклические стероиды называют аналогичным образом в соответствии с правилами заместительной номенклатуры (см. с. 51).



17β-гидрокси-4-окса-5-андростен-3-он

Таблица 23. Карбоновые кислоты и они же как заместители

Название кислоты ^a	Название группы	Формула
<i>Насыщенные алифатические карбоновые кислоты</i>		
Муравьиная кислота	Формил	HCO- \sim
Уксусная кислота	Ацетил	H ₃ C-CO- \sim
Пропионовая кислота	Пропионил	H ₃ C-CH ₂ -CO- \sim
Бутановая кислота	Бутирил	H ₃ C-(CH ₂) ₂ -CO- \sim
Изобутановая кислота	Изобутирил	(H ₃ C) ₂ CH-CO- \sim
Валерьяновая кислота	Валерил	H ₃ C-(CH ₂) ₃ -CO- \sim
Изовалерьяновая кислота ^a	Изовалерил	(H ₃ C) ₂ CH-CH ₂ -CO- \sim
Пивалиновая кислота ^a	Пивалоил	(H ₃ C) ₃ C-CO- \sim
Лауриновая кислота	Лауроил	H ₃ C-(CH ₂) ₁₀ -CO- \sim
Миристиновая кислота ^a	Миристоил	H ₃ C-(CH ₂) ₁₂ -CO- \sim
Пальмитиновая кислота ^a	Пальмитоил	H ₃ C-(CH ₂) ₁₄ -CO- \sim
Стеариновая кислота ^a	Стеароил	H ₃ C-(CH ₂) ₁₆ -CO- \sim

Насыщенные алифатические дикарбоновые кислоты

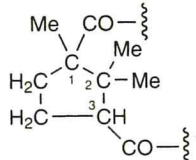
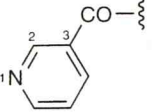
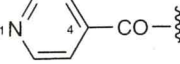
Щавелевая кислота	Оксалил	\sim -CO-CO- \sim
Малоновая кислота	Малонил	\sim -CO-CH ₂ -CO- \sim
Янтарная кислота	Сукцинил	\sim -CO-(CH ₂) ₂ -CO- \sim
Глутаровая кислота	Глутарил	\sim -CO-(CH ₂) ₃ -CO- \sim
Адипиновая кислота	Адипоил	\sim -CO-(CH ₂) ₄ -CO- \sim
Пимелиновая кислота	Пимелоил	\sim -CO-(CH ₂) ₅ -CO- \sim
Субериновая кислота	Субероил	\sim -CO-(CH ₂) ₆ -CO- \sim
Азелаиновая кислота	Азелаил	\sim -CO-(CH ₂) ₇ -CO- \sim
Себаиновая кислота	Себацил	\sim -CO-(CH ₂) ₈ -CO- \sim

^a Названия продуктов C-замещения следует составлять по систематической номенклатуре.

Таблица 23 (продолжение)

Название кислоты ^a	Название группы	Формула
<i>Ненасыщенные алифатические карбоновые кислоты</i>		
Акриловая кислота	Акрилоил	H ₂ C=CH-CO- \sim
Пропаргиловая кислота	Пропиолоил	HC \equiv C-CO- \sim
Метакриловая кислота	Метакрилоил	H ₂ C=C(CH ₃)-CO- \sim
Кроновая кислота (<i>транс</i>)	Кротоноил	H ₃ C-CH=CH-CO- \sim
Изокроновая кислота (<i>цис</i>)	Изокротоноил	
Олеиновая кислота	Олеоил	CH-(CH ₂) ₇ -CH ₃
Элаидиновая кислота (<i>транс</i>)	Элаидоил	CH-(CH ₂) ₇ -CO- \sim
Малеиновая кислота (<i>цис</i>)	Малеоил	-CO-CH=CH-CO- \sim
Фумаровая кислота (<i>транс</i>)	Фумароил	
Муконовая (<i>транс</i>)	Муконоил	-CO-CH=CH-CH=CH-CO- \sim
Цитраконовая кислота (<i>цис</i>) ^a	Цитраконоил	-CO-C(CH ₃)=CH-CO- \sim
Мезаконовая кислота (<i>транс</i>) ^a	Мезаконоил	

Циклические карбоновые кислоты

Камфорная кислота	Камфороил	
Бензойная кислота	Бензоил	C ₆ H ₅ -CO- \sim
Фталевая кислота (<i>о</i> -)	Фталоил	C ₆ H ₄ (CO- \sim) ₂
(Изо-, тере-)фталевая кислота (<i>м</i> -, <i>п</i> -)	фталоил	
Нафтойная кислота	Нафтоил	C ₁₀ H ₇ -CO- \sim
Толуиловая кислота (<i>о</i> -, <i>м</i> -, <i>п</i> -)	Толуил	H ₃ C-C ₆ H ₄ -CO- \sim
Гидратроповая кислота	Гидратропоил	C ₆ H ₅ -CH(CH ₃)-CO- \sim
Атроповая кислота	Атропоил	C ₆ H ₅ -C(=CH ₂)-CO- \sim
Коричная кислота	Циннамоил	C ₆ H ₅ -CH=CH-CO- \sim
Никотиновая кислота	Никотиноил	
Изоникотиновая кислота	Изоникотиноил	

^a Названия продуктов C-замещения следует составлять по систематической номенклатуре.

Таблица 23 (окончание)

Название кислоты	Название группы	Формула
<i>Перкислоты</i>		
Пермуравьиная кислота	—	HC(O)OOH
Перуксусная кислота	—	$\text{H}_3\text{C-C(O)OOH}$
Пербензойная кислота	—	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-C(O)OOH}$

Таблица 24. Гидрокси- и алкоксикарбоновые кислоты

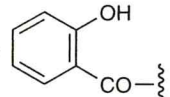

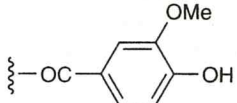
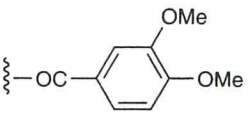
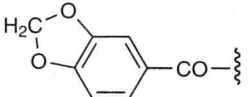
Название кислоты	Название группы	Формула
Гликолевая кислота	Гликолоил	$\text{HO-CH}_2\text{-CO-}$
Молочная кислота	Лактоил	$\text{H}_3\text{C-CH(OH)-CO-}$
Глицериновая кислота	Глицериол	$\text{HO-CH}_2\text{-CH(OH)-CO-}$
Тартроновая кислота	Тартроноил	-CO-CH(OH)-CO-
Яблочная кислота	Малоил	$\text{-CO-CH}_2\text{-CH(OH)-CO-}$
Троповая кислота	Тропоил	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH(CH}_2\text{OH)-CO-}$
Бензиловая кислота	Бензилоил	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{C(OH)-CO-}$
Миндальная кислота	Минделоил	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH(OH)-CO-}$
Салициловая кислота	Салицилоил	
Анисовая кислота	Анизоил	
Ванилиновая кислота	Ванилоил	
Вератровая кислота	Вератроил	
Пиперониловая кислота	Пиперонилоил	

Таблица 24 (окончание)

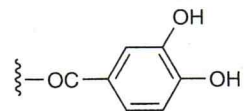
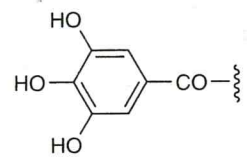
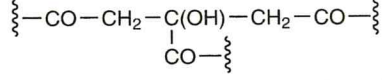
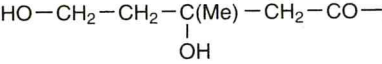
Название кислоты	Название группы	Формула
Протокатеховая кислота	Протокатехоил	
Галловая кислота	Галлоил	
Лимонная кислота	—	
Мевалоновая кислота	—	

Таблица 25. Оксокарбоновые кислоты

Название кислоты	Название группы	Формула
Глиоксиловая кислота	Глиоксилоил	OHC-CO-
Пировиноградная кислота	Пирувоил	$\text{H}_3\text{C-CO-CO-}$
Ацетоуксусная кислота	Ацетоацетил	$\text{H}_3\text{C-CO-CH}_2\text{-CO-}$
Левулиновая кислота	—	$\text{H}_3\text{C-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-}$
Мезоксалева кислота	Мезоксалил	-CO-CO-CO-
	Мезоксало	HOOC-CO-CO-
Оксалилуксусная кислота	Оксалилацетил	$\text{-CO-CH}_2\text{-CO-CO-}$
	Оксалилацето	$\text{HOOC-CO-CH}_2\text{-CO-}$

Таблица 26. Наиболее важные α-аминокарбоновые кислоты (аминокислоты)

Аминокислота	Краткое обозначение ^a	Название группы	Формула
Аланин	Ala (A)	Аланил	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
β-Аланин	—	β-Аланил	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{~}$
Аргинин	Arg (R)	Аргинил	$\text{HN}=\text{C}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{CO}-\text{~}$
Цистатионин	—	Цистатионил	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \\ | \\ \text{S} \\ | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \end{array}$
Цистеин	Cys (C)	Цистеинил	$\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Цистин	—	Цистил	$\begin{array}{c} \text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \\ | \\ \text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \end{array}$
Глицин	Gly (G)	Глицил	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{~}$
Гистидин	His (H)	Гистидил	$\begin{array}{c} \text{HC}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \\ | \quad \quad | \\ \text{HN} \quad \quad \text{N} \\ \quad \quad \quad \text{H} \end{array}$
Гомоцистеин	—	Гомоцистеинил	$\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Гомосерин	—	Гомосерил	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Изолейцин	Ile (I)	Изолейцил	$\text{C}_2\text{H}_5-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Лантионин	—	Лантионил	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \\ | \\ \text{S} \\ | \\ \text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \end{array}$
Лейцин	Leu (L)	Лейцил	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Лизин	Lys (K)	Лизил	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Метионин	Met (M)	Метионил	$\text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Норлейцин	—	Норлейцил	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Норвалин	—	Норвалил	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Орнитин	—	Орнитил	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Фенилаланин	Phe (F)	Фенилаланил	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Пролин	Pro (P)	Пролил	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{CO}-\text{~} \\ | \quad \quad | \\ \text{H}_2\text{C} \quad \quad \text{NH} \\ | \\ \text{H}_2 \end{array}$
Саркозин	—	Саркозил	$\text{H}_3\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{~}$

Таблица 26 (продолжение)

Аминокислота	Краткое обозначение ^a	Название группы	Формула
Серин	Ser (S)	Серил	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Треонин	Thr (T)	Треонил	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Триптофан	Trp (W)	Триптофил	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \\ | \\ \text{Indole ring} \end{array}$
Тиронин	—	Тиронил	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Тирозин	Tyr (Y)	Тирозил	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Валин	Val (V)	Валил	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Аспарагиновая кислота	Asp (D) ^b	α-Аспартил β-Аспартил Аспартоил	$\begin{array}{l} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \\ \text{~}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH} \\ \text{~}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \end{array}$
Аспарагин	Asn (N) ^b	Аспарагинил	$\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Глутаминовая кислота	Glu (E) ^c	α-Глутамил γ-Глутамил Глутамоил	$\begin{array}{l} \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \\ \text{~}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH} \\ \text{~}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \end{array}$
Глутамин	Gln (Q) ^c	Глутаминил	$\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$

^a IUPAC-IUB комиссия по биохимической номенклатуре, Pure Appl. Chem. 1972, 31, 641. Трехбуквенные обозначения, предназначенные для обычного использования; однобуквенные обозначения используются только в специфических случаях, особенно, когда для этого мало места.

^b Рекомендуется использовать букву «В» в тех случаях, когда неясно об аспарагиновой кислоте или об аспарагине идет речь.

^c Рекомендуется использовать букву «Z» в тех случаях, когда неясно о глутаминовой кислоте или о глутамине идет речь. Любая неизвестная аминокислота обозначается буквой X.

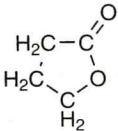
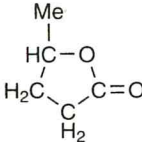
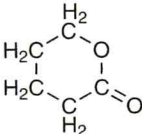
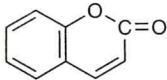
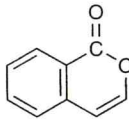
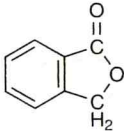
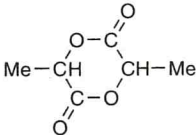
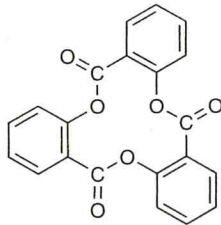
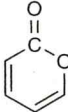
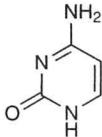
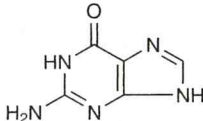
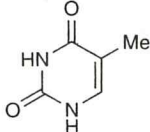
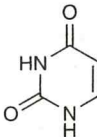
Другие аминокислоты и амидокислоты

Гиппуровая кислота	?	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
Антраниловая кислота	?	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{NH}_2)$

Таблица 26 (окончание)

Аминокислота	Название группы	Формула
Карбаминовая кислота	Карбамоил	$\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{}$
Карбазиновая кислота	Карбазоил	$\text{H}_2\text{N}-\text{NH}-\text{CO}-\text{}$
Аллофановая кислота	Аллофаноил	$\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CO}-\text{}$
Гидантоиновая кислота	—	$\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

Таблица 27. Лактоны и лактамы

			
γ-бутиролактон	γ-валеролактон	δ-валеролактон	
			
кумарин	изокумарин	фталид	
			
дилактид	трисалицилид	2-пирон или α-пирон	
			
цитозин (C) ^a	гуанин (G) ^a	тимин (T) ^a	урацил (U) ^a

^a Для обозначения нуклеиновых кислот используется буквенные символы.

Таблица 28. Сульфоновые кислоты и они же как заместители

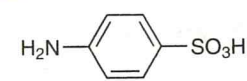
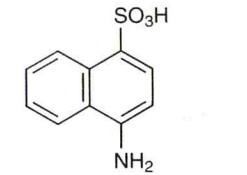
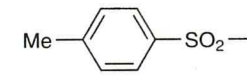
Сульфоновая кислота	Название группы	Формула
Сульфаниловая кислота	—	
Нафтионовая кислота	—	
Таурин	Таурил	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{SO}_2-\text{}$
Метансульфоновая кислота	Мезил	$\text{H}_3\text{C}-\text{SO}_2-\text{}$
<i>n</i> -Толуолсульфокислота	Тозил	

Таблица 29. Альдегиды

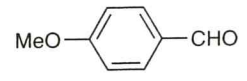
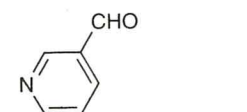
Альдегид	Формула
Формальдегид	HCHO
Ацетальдегид	$\text{H}_3\text{C}-\text{CHO}$
Пропиональдегид	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CHO}$
Бутиральдегид	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$
Изобутиральдегид	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-\text{CHO}$
Валеральдегид	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$
Изовалеральдегид	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CHO}$
Акриальдегид или акролеин	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CHO}$
Кроноальдегид	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$
Бензальдегид	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CHO}$
Коричный альдегид	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$
<i>n</i> -Анисальдегид	
Никотинальдегид	

Таблица 29 (окончание)

Альдегид	Формула
2-Фуральдегид или фурфурол	
Глицеральдегид	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CHO}$
Гликольальдегид	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CHO}$
Цитраль	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{C}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CHO}$
Ванилин	
Пиперональ	
Глиоксаль	$\text{OHC}-\text{CHO}$
Малональдегид	$\text{OHC}-\text{CH}_2-\text{CHO}$
Сукцинальдегид	$\text{OHC}-(\text{CH}_2)_2-\text{CHO}$
Глутаральдегид	$\text{OHC}-(\text{CH}_2)_3-\text{CHO}$
Адипальдегид	$\text{OHC}-(\text{CH}_2)_4-\text{CHO}$
Фталальдегид	
Изофталальдегид	
Терефталальдегид	

Таблица 30. Кетоны

Кетон	Формула
Ацетон	$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_3$
Пропиофенон	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Дезоксибензоин	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5$
Халкон	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5$
Диацетил	$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CO}-\text{CH}_3$
Бензил	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5$
2,2'-Фурил	
2,2'-Фуруин	
Ацетонин	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}-\text{CH}_3$
Бензоин	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5$
Антрон	
Фенантрон	
Заместители с кентогруппой	
Ацетонил	$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_2-$
Ацетонилиден	$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}=-$
Фенацил	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{CH}_2-$
Фенацилиден	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{CH}=-$

Таблица 31. Спирты

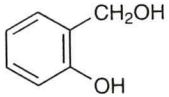
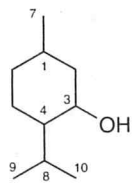
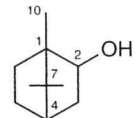
Спирт	Формула
Аллиловый спирт	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$
трет-Бутиловый спирт	$(\text{H}_3\text{C})_3\text{C}-\text{OH}$
Бензиловый спирт	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{OH}$
Фенэтиловый спирт	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$
Салициловый спирт	
Кротиловый спирт	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$
Гераниол	$(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$
Фарнезол	$(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{OH}$
Фитол	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$
Этиленгликоль	$\text{HO}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$
Пропиленгликоль	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{OH}$
Глицерин	$\text{HO}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{OH}$
Пинакол	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{C}(\text{OH})-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)_2$
Эритрит	$\text{HO}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{OH}$
Пентаэритрит	$\text{C}(\text{CH}_2-\text{OH})_4$
Ментол	
Борнеол	

Таблица 32. Фенолы

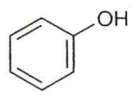
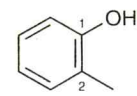
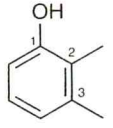
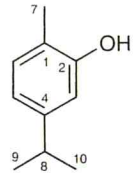
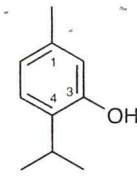
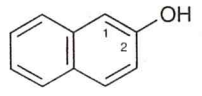
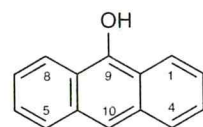
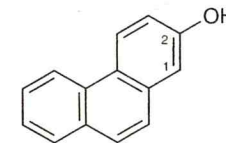
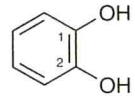
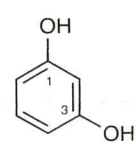
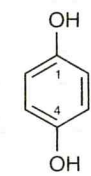
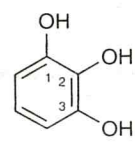
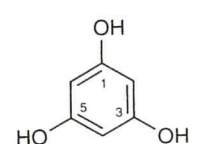
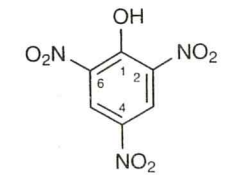
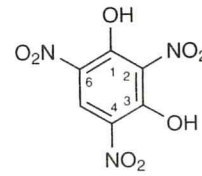
		
фенол	o-крезол	2,3-ксиленол
		
карвакрол	тимол	2-нафтол
		
9-антрол	2-фенантрол	пирокатехин
		
резорцин	гидрохинон	пирогаллол
		
флороглюцин	пикриновая кислота	стифниновая кислота

Таблица 33. Эфиры

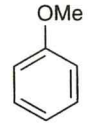
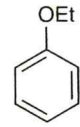
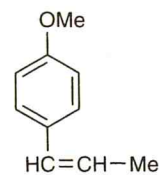
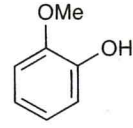
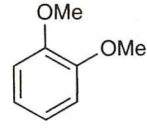
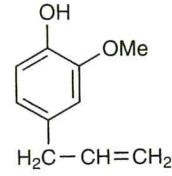
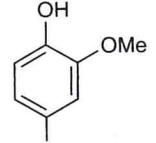
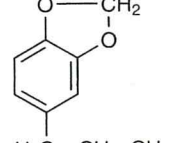
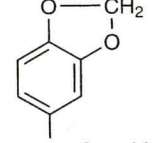
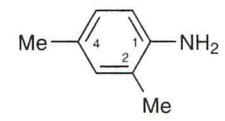
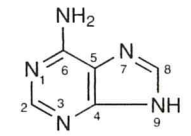
		
анизол	фенетол	анетол
		
гваякол	вератрол	эвгенол
		
изоэвгенол	сафрол	изосафрол

Таблица 34. Амины, аммонийные соединения, амиды

Тривиальное название	Формула
Анилин	$C_6H_5-NH_2$
<i>o,m,n</i> -Анизидин	$H_3C-O-C_6H_4-NH_2$
<i>o,m,n</i> -Фенетидин	$C_2H_5-O-C_6H_4-NH_2$
<i>o,m,n</i> -Толуидин	$H_3C-C_6H_4-NH_2$
2,4-Ксилидин	
Аденин (А) ^a	

^a Буквенный символ используется для обозначения нуклеиновых кислот.

Таблица 34 (окончание)

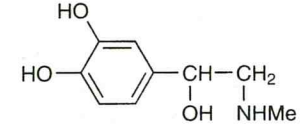
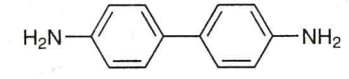
Тривиальное название	Формула
Коламин, этаноламин	$HO-CH_2-CH_2-NH_2$
Сфингозин	$H_3C-(CH_2)_{12}-CH=CH-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-\underset{NH_2}{\underset{|}{CH}}-CH_2-OH$
Эфедрин	$Ph-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-\underset{NHMe}{\underset{|}{CH}}-CH_3$
Бензедрин	$Ph-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{|}{CH}}-CH_3$
Адреналин	
Путресцин	$H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$
Кадаверин	$H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$
Бензидин	
Холин (бромид и т. д.)	$HO-CH_2-CH_2-\overset{+}{N}(CH_3)_3Br^-$
Бетаин	$^+OOC-CH_2-\overset{+}{N}(CH_3)_3$
Бетаин (гидробромид и т. д.)	$HOOC-CH_2-\overset{+}{N}(CH_3)_3Br^-$ и т. д.
Ди-, триацетамид	$HN(CO-CH_3)_2, N(CO-CH_3)_3$
Ди-, трибензамид	$HN(CO-C_6H_5)_2, N(CO-C_6H_5)_3$

Таблица 35. Галогенсодержащие соединения

Тривиальное название	Формула
Метиленхлорид, -бромид, -иодид, -фторид	H_2CX_2
Фторо-, хлоро-, бромо-, иодоформ	$H CX_3$
Тетрафтор-, тетраиод-, тетрабром-, тетрахлоруглерод	CX_4
Бензальхлорид, -бромид, -иодид, -фторид	$C_6H_5-CHX_2$
Бензотрихлорид, -бромид, -иодид, -фторид	$C_6H_5-CX_3$
Диiod-, дибром-, дихлор-, дифторкарбен (-метилен)	$:CX_2$
Фосген или карбонилдихлорид и т. д.	$Cl-CO-Cl$
Тиофосген или тиокарбонилдихлорид и т. д.	$Cl-CS-Cl$

Литература

Руководство IUPAC по систематической номенклатуре органических соединений [1] было недавно дополнено новыми рекомендациями [2]. Много примеров по применению систематической номенклатуры к циклическим соединениям представлено в The Ring Index [3]. Важные изменения появились в номенклатуре конденсированных циклов [4], полициклических систем фон Байера [5], спиросоединений [6] и циклофанов [7]. Регистрационные и индексирующие системы Chemical Abstracts требуют составления не только однозначных, но и, что более важно, уникальных названий соединений, с учетом дополнительных расширений правил IUPAC. С подробностями можно ознакомиться по сводным указателям Index Guides и их приложениям [8], которые выходят в свет с интервалом в пять лет. В справочнике Бельштейна по органической химии также изложены правила IUPAC, но к сожалению, этот источник не всегда доступен. Недавно были переизданы подробные правила номенклатуры природных соединений [9]. Расширенные инструкции по составлению названий металло- и других элементоорганических соединений можно найти в обновленных правилах номенклатуры неорганических соединений [10], равно как и в недавно изданных рекомендациях IUPAC [11]. Недавно также опубликован переработанный свод правил по номенклатуре углеводов [12]. Все новые разработки и дополнения в области химической номенклатуры, сделанные комиссиями по номенклатуре IUPAC, регулярно публикуются в журнале Journal of Pure and Applied Chemistry.

С систематической номенклатурой связаны соглашения IUPAC по названиям классов соединений [13] и терминологии стереохимии [14], авторитетная статья Хелмчена [15], в которой исчерпывающе рассмотрены вопросы, касающиеся стереохимических обозначений, а также монография по общей химической

терминологии [16]. Всесторонний научный труд о статусе и использовании языка химии был представлен Либшером [17]. Те, кто интересуется историей вопроса, могут найти обильную информацию как в книге Холланда [18], так и в подборке статей и документов по истории номенклатуры органической химии, опубликованных Векарде [19], который долгие годы был председателем комиссии IUPAC по номенклатуре. Иногда в процессе создания и присвоения названий возникли забавные ситуации, они описаны Никоном и Сильверсмитом [20].

1. International Union of Pure and Applied Chemistry, Nomenclature of Organic Chemistry, Commission on Nomenclature of Organic Chemistry, Sections A, B, C, D, E, F and H. 1979 Edition. Pergamon Press, Oxford, 1070.
2. A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds, Recommendations 1993. Blackwell, Oxford, 1993.
3. A. M. Patterson, L. T. Capell and D. F. Walker: The Ring Index, 2nd. ed. 1960; Supplement I, 1963; II 1964; III 1965. American Chemical Society, Washington, D.C.
4. IUPAC Recommendations 1998: Nomenclature of Fused and Bridged Fused Ring Systems, (Prep. for publ. by G.P. Moss), Pure Appl. Chem. **1998**, 70, 143.
5. IUPAC Recommendations 1999: Extension and Revision of the von Baeyer System for naming Polycyclic Compounds (including Bicyclic Compounds), (Prep. for publ. by G. Moss), Pure Appl. Chem. **1999**, 71, 513.
6. IUPAC Recommendations 1999: Extension and Revision of the Nomenclature for Spiro Compounds, (Prep. for publ. by G. P. Moss), Pure Appl. Chem. **199**, 70, 1999.
7. IUPAC Recommendations 1998: Phane Nomenclature, Part I: Phane Parent Names, (Prep. for publ. by W.H.Powell), Pure Appl. Chem. **1998**, 70, 1513.
8. Последние важные изменения изложены в разд. IV указателя Index Guide of the Ninth Collective Period (1972–1976). American Chemical Society, Chem. Abstr. Service, Columbus, Ohio. [Index Guides 13th Coll. Period (1992–1996)] Дальнейшие изменения излагались нерегулярно в последующих изданиях.
9. International Union of Biochemistry and Molecular Biology; Biochemical Nomenclature and related Documents, Portland Press, London, 1992. См. также: IUPAC Recommendations 1999: Revised Section F; Natural

- Products and related Compounds, Prep. for publ. by P. M. Giles, Jr.), Pure Appl. Chem. **1999**, 71, 587.
10. IUPAC, Nomenclature of Inorganic Chemistry, Commission on Nomenclature of Inorganic Chemistry. Blackwell, Oxford, 1994.
 11. IUPAC Recommendations 1999: Nomenclature of Organometallic Compounds of the Transition Elements, (Prep. for publ. by A. Salzer), Pure Appl. Chem. **1999**, 71, 1557.
 12. IUPAC and International Union of Biochemistry and Molecular Biology; Nomenclature of Carbohydrates, (Recommendations 1996, prep, for publ. by A. D. McNaught), Pure Appl. Chem. **1996**, 68, 1919.
 13. IUPAC Recommendations 1995: Glossary of Class Names of Organic Compounds and reactive Intermediates, (Prep. for publ. by G. P. Moss, P. A. S. Smith and D. Tavernier), Pure Appl. Chem. **1995**, 67, 1307.
 14. IUPAC Recommendation 1996: Basic Terminology of Stereochemistry, (Prep. for publ. by G. P. Moss), Pure Appl. Chem. **1996**, 68, 2193.
 15. G. Helmchen: Nomenclature and Vocabulary of Organic Stereochemistry in: Houben-Weyl, Methods of Organic Chemistry. Ed. G. Helmchen, R.W. Hofmann, J. Mulzer, E. Schaumann, Stereoselective Synthesis, Vol. E 21 a. Thieme, Stuttgart, 1995, p 1.
 16. M. Orchin, F. Kaplan, R.S. Macomber, R.M. Wilson, H. Zimmer: The Vocabulary of Organic Chemistry. Wiley, New York, 1980.
 17. W. Liebscher: Entwicklung der Fachsprache Chemie. Möglichkeit zur Vereinfachung der Handhabung der Nomenklatur. Habilitationsschrift, Universität Dresden 1991. См. также: D. Hellwinkel: Der derzeitige Status der Chemischen Fachsprache, Chemie für Labor und Betrieb **1977**, 28, 130.
 18. W. Holland: Die Nomenklatur in der Organischen Chemie. Verlag Harri Deutsch, Frankfurt 1969; M. V. Kisakiirek (Ed.): Organic Chemistry; its Language and its State of the Art. VHCA, Basel, VCH, Weinheim, 1993.
 19. P. R Verkade: A History of the Nomenclature of Organic Chemistry. Reidel, Dordrecht, 1985.
 20. A. Nickon, E.R Silversmith: Organic Chemistry; The Name Game. Modern Coined Terms and Their Origins. Pergamon Press, Oxford, 1987.

Оглавление

Предисловие	5
Введение	7
1. Родоначальные структуры	11
1.1. Ациклические углеводородные системы	11
1.1.1. Линейные углеводороды	11
1.1.2. Разветвленные углеводороды	13
1.1.3. Углеводороды с разветвленными боковыми цепями	15
1.1.4. Поливалентные заместители	16
1.2. Циклические системы	17
1.2.1. Циклические углеводороды	17
1.2.1.1. Углеводороды с одним циклом	17
1.2.1.2. Полициклические углеводороды	18
1.2.1.2.1. Конденсированные полициклические углеводороды	19
1.2.1.2.2. Мостиковые полициклические углеводороды	33
1.2.1.2.2.1. Система Байера	33
1.2.1.2.2.2. Мостиковые конденсированные системы	36
1.2.1.2.3. Спирановые углеводороды	38
1.2.1.2.4. Циклические углеводороды, связанные простыми или двойными связями; циклические ансамбли	42
1.2.1.2.5. Циклические углеводороды с боковыми цепями	45
1.2.2. Гетероциклические соединения	47
1.2.2.1. Тривиальные названия	47
1.2.2.2. Заменительная номенклатура («а»-номенклатура)	55
1.2.2.3. Система Ганча-Видмана	58
1.2.2.4. Конденсированные гетероциклические системы	61
1.3. Номенклатура циклофанов	72
1.3.1. Циклофаны	72
1.3.2. Другие циклофаны	77

2. Системы, содержащие заместители	79
2.1. Общие замечания	79
2.2. Номенклатуры систем с заместителями	80
2.2.1. Заместительная номенклатура	80
2.2.2. Номенклатура по функциональным классам (радикало-функциональная номенклатура)	89
2.2.3. Аддитивная номенклатура	91
2.2.4. Субтрактивная номенклатура	93
2.2.5. Соединительная номенклатура	96
2.2.6. Название замещенных ансамблей, состоящих из одинаковых фрагментов	97
2.2.6.1. Непосредственно связанные компоненты	98
2.2.6.2. Одинаковые компоненты, связанные через би- или поливалентные группы	99
2.2.7. Названия радикалов и ионов	101
2.2.7.1. Свободные радикалы	101
2.2.7.2. Катионы	104
2.2.7.3. Катион-радикалы	109
2.2.7.4. Анионы	110
2.2.7.5. Анион-радикалы	112
2.2.7.6. Соединения с двумя (или более) центрами, несущими одинаковый заряд	113
2.2.7.7. Соединения с положительно и отрицательно заряженными центрами (цвиттер-ионы)	114
3. Краткое изложение общих правил номенклатуры наиболее важных традиционных классов соединений (родона начальная структура с заместителями)	117
3.1. Карбоновые кислоты, сульфоновые кислоты и другие классы соединений и их производные	117
3.2. Нитрилы, изоцианиды и аналогичные соединения	124
3.3. Альдегиды и кетоны	125
3.4. Спирты, фенолы и их производные	131
3.5. Простые эфиры и тиоэфиры	135
3.6. Амины, имины и их производные	138
3.7. Галогенпроизводные	142
3.8. Соединения с цепочками из атомов азота	143
3.8.1. Азо- и азоксисоединения	143

3.9. Гидразины и их производные	146
3.10. Диазосоединения и диазониевые соли	147
3.11. Соединения с цепочками из трех и более атомов азота	148
3.12. Другие полиазотистые родона начальные системы	149
4. Металлоорганические и другие элементоорганические соединения	151
4.1. Названия гидридов элементов	151
4.2. Замещенные элементаны	154
4.3. Элементаны с двумя заместителями	154
4.4. Органические производные щелочных и щелочноземельных металлов и подобные соединения	155
4.5. «ат»-Комплексы	158
5. Углеводы	160
5.1. Альдозы	160
5.2. Кетозы	163
5.3. Кетоальдозы (альдокетозы, альдозулозы)	165
5.4. Дезоксисахара	166
5.5. Аминосахара и аналогичные замещенные производные	167
5.6. Трансформации карбонильной группы	167
5.6.1. Оксимы, гидразоны, озаоны	167
5.6.2. Ацетали, кетали	168
5.7. Разветвленные сахара	168
5.8. Альдиты (сахароспирты)	169
5.9. Кислоты – производные сахаров	170
5.10. О-замещенные производные сахаров	172
5.10.1. О-Алкил- и О-ацилпроизводные сахаров	172
5.10.2. Циклические ацетали и кетали	173
5.11. Моносахариды как заместители	173
5.12. Гликозиды и гликозильные соединения	175
5.12.1. Гликозиды	175
5.12.2. Гликозильные соединения	176

5.13. Олигосахариды	178
5.13.1. Олигосахариды со свободной полуацетальной группой . . .	178
5.13.2. Олигосахариды без свободной полуацетальной группой . . .	179
5.13.3. Полисахариды (гликаны)	180
5.14. Широко используемые тривиальные названия	181
6. Названия сложных соединений	183
6.1. Определение высшей (главной или старшей) по рангу цепи . . .	183
6.2. Определение старшей циклической системы	184
6.3. Старшинство характеристических групп	186
6.4. Нумерация атомов в формуле	186
6.5. Очередность указания приставок	188
6.6. Соединения, содержащие изотопную метку	189
6.7. Стереохимические характеристики	192
6.7.1. <i>Цис/транс</i> -изомерия; <i>E/Z</i> -конвенция	192
6.7.1.1. Системы с двойными связями	193
6.7.1.2. Циклические системы.	194
6.7.2. Обозначение абсолютной и относительной конфигураций .	195
6.7.2.1. Соединения со стереогенными (асимметрическими) углеродными (и подобными) центрами	195
6.7.2.2. Молекулы со спиральными стереогенными элементами. . .	199
6.7.2.2.1. Винтоподобные молекулы (одна хиральная ось)	199
6.7.2.2.2. Пропеллерные молекулы (несколько хиральных осей) . . .	200
6.7.2.3. Молекулы с планарной хиральностью.	202
6.7.3. Заключительные замечания	203
7. Приложение	204
7.1. Полный список «а»-обозначений, используемых в заместительной номенклатуре	204
7.2. Таблицы наиболее распространенных тривиальных (и полутривиальных) названий	205
Литература	226

В этой книге изложены правила систематической номенклатуры органических соединений, которая основана на рекомендациях IUPAC. Рассмотрены отклонения от систематической номенклатуры, когда допускается использование тривиальных и традиционных названий, а также специальные случаи — составление названий циклофанов, углеводов, металлоорганических соединений, указание изотопных меток и стереохимических характеристик. Приведены некоторые альтернативные названия, применяемые в указателях Chemical Abstracts и Beilstein.

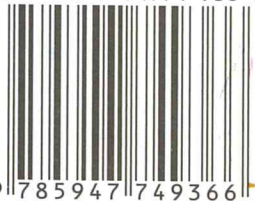
Систематическая номенклатура предлагает способы кодирования с помощью названия существенной информации о строении соединения.

Число органических соединений непрерывно увеличивается и достигло уже миллионов.

Каждый химик-органик должен владеть универсальным языком профессионального общения.

Для химиков-органиков, студентов, аспирантов, преподавателей.

ISBN 978-5-94774-936-6



9 785947 749366



1028176099

